Université de Poitiers

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Ecole d'orthophonie

Années 2017-2019

MEMOIRE

en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie

présenté par

Clémence FERRON

L'EMOTION MUSICALE DANS LES SURDITES ACQUISES : REVUE SYSTEMATIQUE DE L'EVALUATION DE LA PERCEPTION MUSICALE DES SUJETS SOURDS IMPLANTES ET APPAREILLES

Directeur du mémoire : Madame Christine Da Silva-Genest, Maître de Conférences à l'Université de Lorraine, EA 3450 DevAH

Co-directeur du mémoire : Madame Sylvie Multon, Maître de Conférences à l'Université de Lorraine, EA3450 DevAH

Membres du jury : Madame Julie Le Guern, Orthophoniste

Madame Bianca Charpentier, Orthophoniste

Université de Poitiers

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Ecole d'orthophonie

Années 2017-2019

MEMOIRE

en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie

présenté par

Clémence FERRON

L'EMOTION MUSICALE DANS LES SURDITES ACQUISES : REVUE SYSTEMATIQUE DE L'EVALUATION DE LA PERCEPTION MUSICALE DES SUJETS SOURDS IMPLANTES ET APPAREILLES

Directeur du mémoire : Madame Christine Da Silva-Genest, Maître de Conférences à l'Université de Lorraine, EA 3450 DevAH

Co-directeur du mémoire : Madame Sylvie Multon, Maître de Conférences à l'Université de Lorraine, EA3450 DevAH

Membres du jury : Madame Julie Le Guern, Orthophoniste

Madame Bianca Charpentier, Orthophoniste

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, sans qui ce mémoire n'aurait pu être réalisé.

Et de fait, c'est en premier lieu que je remercie ma directrice de mémoire, Mme Christine Da Silva-Genest, pour ses enseignements, ses conseils, sa réactivité, sa patience et sa disponibilité malgré la distance et tout au long de ces deux années d'études.

Merci également à Mme Sylvie Multon d'avoir accepté la co-direction inopinée de ce mémoire dans d'heureuses circonstances, ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe de recherche du projet DIHMIC pour son accueil et sa bienveillance à mon égard. Je remercie tout particulièrement le Professeur Parietti Winkler, son édifiante ténacité et son énergie inspirante.

Je remercie les membres de ce jury de l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail et du temps qu'ils y ont consacré et ce malgré bien d'autres -quoique réjouissantes- préoccupations.

Je souhaite également remercier l'ensemble de ma promotion, futures collègues mais surtout amies sincères qui m'ont aiguillées sur bien des chemins, et continueront sans doute à le faire.

Merci à ma famille et mes colocataires, de quelque maison qu'ils soient, pour leur lecture critique, leur indispensable aide logistique et leurs encouragements réconfortants.

Merci à mes lointaines amies parties à la conquête de l'Europe, qui sont toujours à mes côtés.

Merci à François pour son soutien indéfectible, sa prévenance et son inébranlable optimisme.

Liste des abréviations :

AC : Appareillage Conventionnel

AMICI : Appreciation of Music in Cochlear Implantees

CISIC : Centre d'Information sur la Surdité et l'Implant Cochléaire

CI-MUSHRA : Cochler Implant-Multiple Stimulus with Hidden Reference and Anchor

CAMP : Clinical Assessment of Music Perception

dB : Décibel

dBA : Décibel A

dB SPL : Décibel Sound Pressure Level

EBP : Evidence Based Practise

HHIE : Hearing Handicap Inventory for the Elderly

Hz : Herz

IC : Implant Cochléaire

IMBQ : Iowa Musical Background Questionnaire

MBEA : Montreal Battery for Evaluation of Amusia

MuMu : Munich Music Questionnaire

MuSIC : Musical Sound in Cochlear Implant

MTB : Music Test Battery

NE : Normo-Entendant

NS : Non Spécifié

PISPL : Performance Inventory for Profound and Severe Hearing Loss

PICOS : Patients, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design

PMMA : Primary Measures of Music Audiation

TABLE DES MATIERES

1 Introduction théorique 1
1.1 Le rôle de l'émotion musicale sur tout sujet 2
1.1.1 Musique et audition, quelques définitions 2
1.1.2 Fonctionnement neurobiologique de l'émotion musicale 5
1.1.3 Neuropsychologie et psychologie cognitive de la perception musicale 7
1.1.4 La musique, un outil dans le cadre des troubles du langage 8
1.1.5 Effet thérapeutique de l'écoute musicale : des modifications cérébrales observables 9
1.2 Caractéristiques de la perception musicale en fonction de l'audition résiduelle 10
1.2.1 Perception musicale du sujet normo-entendant 11
1.2.2 Perception musicale du sujet implanté cochléaire 13
1.2.3 Perception musicale du sujet porteur d'appareil auditif conventionnel 16
1.3 Modèles théoriques de l'émotion 17
1.3.1 Modèle bidimensionnel de Russell 18
1.3.2 Modèle tridimensionnel d'Osgood 19
1.3.3 Modèle de Scherer 19
1.4 Etudes portant sur l'émotion induite par la musique chez le sujet sourd implanté cochléaire 20
2 L'évaluation de la perception musicale chez les sujets sourds implantés et ou appareillés 24
2.1 Méthodologie de recherche 24
2.1.1 Stratégie de recherche 24
2.1.2 Sélection des études : critères d'inclusion et d'exclusion 24
2.1.3 Qualité méthodologique des études retenues 25
2.2 Résultats 28
2.2.1 Modalités d'évaluation 28
2.2.2 Perception musicale 30
2.2.3 Appréciation musicale 31
2.3 Discussion 41
3 Conclusion 44
4 Références bibliographiques 45

1 INTRODUCTION THEORIQUE

Si la musique, par ses paramètres fondamentaux, est un vecteur privilégié pour véhiculer l'émotion, dont l'inscription corporelle et psychique est médiée par le langage, quelle place lui accorder dans le cadre de la réhabilitation auditive ?

Nous aborderons ici le sujet malentendant, c'est-à-dire une personne qui, selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé, est atteinte d'une perte d'audition moyenne à sévère, communiquant généralement par la parole et pouvant bénéficier du recours à des aides auditives, à des implants cochléaires et autres dispositifs d'aide à l'audition (« Surdité et déficience auditive », s. d.). En France, 7 056 000 personnes, soit 11,2 % de la population, ont une déficience auditive (Haeusler, 2014) . La surdité, outre la privation sensorielle qu'elle représente, peut conduire à un isolement des personnes en modifiant ou en limitant leurs interactions sociales, ce qui aura une répercussion sur la cognition émotionnelle et limitera l'autonomie. La surdité peut donc facilement générer une altération sur le plan cognitif, émotionnel et linguistique, ces dimensions étant étroitement liées.

Dans le cadre de la prise en charge orthophonique pour les surdités acquises, que ce soit après une implantation cochléaire ou un appareillage auditif conventionnel, il peut sembler nécessaire d'intégrer la musique dans la prise en charge : les patients implantés diminuent leur temps d'écoute musical (Lassaletta et al., 2008), que ce soit parce que leurs habitudes ont été modifiées par la période de surdité, ou parce que la nature du signal électrique délivrée par l'implant modifie trop fortement les sensations musicales (Nardo et al., 2008). Pour autant, nombreux sont les sujets malentendants considérant le plaisir musical comme une source majeure de motivation pour l'implantation, au-delà du bénéfice concernant la perception de la parole et la communication (Gfeller et al., 2002), considérant que l'amélioration de leurs capacités d'écoute musicale aura un impact positif sur leur qualité de vie (Drennan, 2008). Et de fait, malgré la réduction du temps dédié à cette activité, et malgré la modification de la perception musicale, les personnes implantées suite à une surdité acquise continuent d'écouter de la musique (Lassaletta et al., 2008; Migirov, Kronenberg, & Henkin, 2009). L'appréciation musicale est donc un facteur de motivation important dont le thérapeute peut se saisir. La musique est un outil intéressant pour travailler diverses dimensions de la perception et de la discrimination sonore, en parallèle de son caractère intrinsèquement émotionnel. Car il est à souligner que l'émotion ancre les informations en mémoire : sans activation des centres émotionnels, une information moins de chance d'être intégrée (Stern, 2018).

Cependant, l'appréciation musicale chez les sujets implantés et appareillés est encore peu documentée et explorée, se limitant souvent à des questionnaires d'auto-évaluation. L'évaluation de cette perception émotionnelle dans la musique est pourtant nécessaire à l'initiation d'une démarche de réhabilitation. Le travail de revue systématique de la littérature qui suit vient donc proposer, dans un premier temps, un état des lieux des différentes évaluations de la perception musicale, avant de se pencher sur l'évaluation des émotions perçues et générées par l'écoute d'extraits musicaux.

1.1 LE ROLE DE L'EMOTION MUSICALE SUR TOUT SUJET

La musique est une source notable d'émotion pour l'homme. Dans un premier temps, voyons quelles définitions peuvent éclairer les concepts d'audition, de musique et d'émotion. Suite à cela, nous décrirons le fonctionnement et les effets de l'écoute musicale dans une perspective neurobiologique, avant de délimiter les usages qui peuvent en découler.

1.1.1 Musique et audition, quelques définitions

La musique est l'art de combiner et d'organiser les sons dans le temps de manière harmonieuse et expressive afin de susciter une émotion (Siron, 2006). Les caractères fondamentaux de la sensation auditive intervenant nécessairement dans l'écoute musicale sont la sonie, la hauteur tonale et le timbre (Benardeau & Pineau, 2016).

La sonie est la sensation d'intensité : permettant de dire qu'un son est fort ou faible, elle dépend de l'amplitude de la vibration de l'objet sonore. Plus cette dernière est importante, plus le son est fort ; au contraire plus l'amplitude est faible, plus le son le sera également. On l'exprime couramment en décibel (dB). En musique, la notion d'intensité suppose des indications d'expression parmi lesquelles on retrouve les termes de « nuance » (allant du *pianissimo* au *fortissimo*, en *crescendo* ou en *decrescendo*), d'« accentuation » (qui précise la liaison de notes entre elles) et de « caractère » (donnant des indices sur la manière de jouer : *dolce, espressivo, cantabile*...).

La hauteur tonale (ou tonie) est la sensation liée à la fréquence. Exprimée en Hertz, cette fréquence correspond au nombre de vibrations par seconde : moins nous percevons de vibrations, plus le son nous paraîtra grave, et inversement pour l'aigu. Les patterns de fréquence nous donnent à percevoir l'harmonie et la mélodie. Une note musicale est composée de plusieurs fréquences. La fréquence la plus basse, appelée fréquence fondamentale, est celle qui permet de définir la hauteur du son. Plus la fréquence fondamentale est basse, plus le son perçu est grave. Plus elle est haute, plus le son perçu est aigu. La fréquence fondamentale est associée à d'autres fréquences, nommées harmoniques, qui varient en fonction de la source sonore, et déterminent le timbre.

Le timbre est lié aux caractéristiques spectrales d'un stimulus auditif, qui permettent de distinguer deux sons de même sonie et de même tonie. Il permet la différenciation de deux instruments qui jouent la même note par exemple.

Aux paramètres sonores cités (intensité, hauteur, timbre) s'ajoutent celui de la temporalité, qui correspond au rythme et au tempo. La dimension temporelle représente une donnée essentielle dans la perception musicale, et les émotions qui en découlent y sont fortement liées (tristesse, joie, excitation...). Ainsi, le rythme est l'arrangement de la durée des notes et des silences dans le temps. Il fera varier la perception d'un même morceau : un rythme saccadé peut marquer de l'enthousiasme ou de l'attente tandis qu'un rythme régulier peut donner une impression de calme. Le tempo correspond quant à lui à la vitesse à laquelle est exécutée une œuvre musicale. Une réalisation lente évoquera la douceur ou la gravité. A l'inverse, la rapidité pourra traduire la peur, le dynamisme, la gaité (Siron, 2006)…

L'émotion, une modification ressentie de l'état du corps dont le motif ou la cause résulte d'une perception ou d'une pensée (Bernard, 2017), est une entité encore mal définie. Nous expérimentons tous des sentiments et des émotions diverses au quotidien, et ces marques de sensibilité définissent notre façon d'être au monde, les relations que nous entretenons avec lui, qu'elles soient délibérées ou non. L'individu vit dans un cadre où le ressenti et le jugement moral colore son rapport au monde (Le Breton, 1998), l'affectivité est donc une composante intime de l'identité, ce que résume Damasio en ces termes : « c'est la grande beauté de notre vie mentale : nous regardons le monde autour de nous dans la perspective de notre monde intérieur » (Damasio, 2017).

L'émotion peut être définie selon deux théories classiques en psychologie sociale. Selon la théorie périphéraliste, elle peut, d'une part, être envisagée comme un phénomène corporel que le cerveau perçoit et interprète. Ce que nous ressentons dans le domaine affectif est, pour Damasio (1994), fondé sur l'activité des régions cérébrales qui sont sensibles au corps (Damasio, 2005) d'où la présence d'une mémoire affective permettant l'association entre des réactions, des états corporels, et les objets qui les déclenchent. Pour les partisans de la théorie centraliste, fondée par Walter Cannon, l'émotion peut, d'autre part, être posée comme un processus biochimique qui aurait une origine cérébrale, lui conférant une certaine universalité, en plus d'être fonctionnelle. Les émotions dites « primaires » que sont la joie, la peur, la colère, la tristesse, le dégoût et la surprise (Ekman & Friesen, 1971) seraient la base d'un répertoire inné dont l'expression corporelle serait non seulement typique mais également adaptative. Par exemple, la surprise se manifeste par des yeux plus ouverts et un regard fixe, ce qui aide à mieux appréhender le changement de l'environnement. Ces deux caractéristiques d'universalité et de fonctionnalité soutiennent l'idée de l'innéisme des émotions. Les courants actuels tentent de

dépasser cette opposition historique entre le corps et le cerveau en se penchant plutôt sur leur articulation et leurs dynamiques (Zheng, Plomin, & von Stumm, 2016).

Lorsque La Rochefoucauld énonce qu'*« il y a des gens qui n'auraient jamais été amoureux s'ils n'avaient jamais entendu parler de l'amour* » (La Rochefoucauld & Lafond, 2009), il suggère bien le rôle déterminant du langage et de la mise en mots dans l'organisation du sens des sensations : ces dernières font tout de même l'objet d'un apprentissage passant autant par la discrimination d'états corporels que par le langage. Il s'agit en partie d'un apprentissage social permettant de nuancer des ressentis selon leur intensité (agacement, colère, rage) ou leur forme (tristesse, nostalgie, désarroi) de façon réflexive lorsque l'on analyse ses propres états, ou objective par l'observation d'autrui et les corrélations entre objets et attitudes typiques (Bernard, 2017). Tout ce rapport entre physique et psychique se joue ainsi par l'intermédiaire du langage, qui influence la manière dont on perçoit sont état. Les différences culturelles et linguistiques les inscrivent d'autant plus qu'elles les structurent : selon les langues, la peur est une phénomène passif ou actif, positif ou négatif, associée à des couleurs variées... sa manifestation physique sera alors en partie modelée par son étiquette verbale (Szulmajster-Celnikier, 2007).

Le rapport de l'émotion au langage est de fait très fort, nommer son état ou en attribuer un à autrui est une façon de se positionner face au monde, il semble donc indispensable d'en tenir compte. Nathalie Nader-Grosbois en parle très justement dans l'introduction de son ouvrage « La théorie de l'esprit - entre cognition, émotion et adaptation sociale » : « *Le premier état mental de l'émotion implique chez l'individu qu'il découvre une compréhension des causes de ses propres émotions et de celles d'autrui, ainsi qu'une compréhension des conséquences de ses propres émotions et de celles d'autrui, en fonction des situations vécues ou observées au quotidien* ». (Nader-Grosbois & Detraux, 2015)

Si le langage structure l'émotion, qu'en est-il de la musique ? Pour le compositeur François-Joseph Fétis, la musique est « *l'art d'émouvoir par la combinaison des sons*» (Fétis, 1837). L'émotion est présente dans toute activité musicale, et si la perception d'émotions musicales diffère d'une personne à l'autre, elle est cependant ressentie par tous (Moussard, Rochette, & Bigand, 2012). Ce que l'on nomme « émotion musicale » est alors le terme raccourci pour parler de la réponse émotionnelle induite par la musique (Juslin & Västfjäll, 2008). C'est la temporalité qui différencie l'émotion du sentiment : l'émotion apparaît à un instant précis et localisable, quand les sentiments se construisent, se maintiennent et se modifient à plus long terme en fonction de l'interaction entre l'individu et le monde (Bernard, 2017). On parlera donc d'émotions musicales, dont le socle est constitué de celles que l'on nomme « émotions basiques » : joie, tristesse, colère, peur, dégoût et

surprise. Elles peuvent être représentées selon trois grands axes : celui, horizontal, de la valence émotionnelle (du négatif -tristesse- au positif -joie-), celui, vertical, de l'énergie des émotions (de faible -sérénité- à forte -excitation-), et le dernier, diagonal, de la corporalité (expression corporelle plus ou moins grande) (Bigand, Habib, & Brun, 2012). Mais la musique peut également faire surgir des émotions plus complexes telles que la nostalgie ou la tendresse (Vuilleumier & Trost, 2015). Ces émotions sont générées par les propriétés acoustiques de la musique (amplitude sonore, registre, intensité…) ainsi que par les conventions culturelles propres à des groupes sociaux (Juslin & Sloboda, 2001). De fait, l'appréciation musicale dépend fortement de variables sociales qu'il est nécessaire de prendre en compte dans les études menées dans ce domaine.

1.1.2 Fonctionnement neurobiologique de l'émotion musicale

L'émotion musicale va principalement impliquer les structures limbiques et paralimbiques : les régions parahippocampiques dont l'amygdale, et le cortex préfrontal médian, des aires qui jouent également un rôle dans la cognition sociale (Bravo et al., 2017). La musique a un effet plaisant mesurable : les circuits de la récompense sont en effet activés, particulièrement l'aire ventrale et dorsale du striatum, et l'on observe une implication des mécanismes dopaminergiques liés à la sensation de plaisir (Zatorre & Salimpoor, 2013).

La réponse émotionnelle à la musique est liée à un important traitement cognitif (Serrà, Özaslan, & Arcos, 2013) ces réactions étant liées à des traits structuraux précis (modulation, note ornementale, changement de rythme, marche harmonique, répétition de motif, etc.). Par exemple, le tempo et le mode (majeur ou mineur) influencent de façon systématique les réponses émotionnelles (Peretz, 1998). Pour autant, 250 ms d'écoute peuvent être suffisantes pour percevoir des émotions musicales simples et non équivoque, ce qui suggère l'existence de mécanismes apparentés à des réflexes primaires, sans nécessité de médiation cognitive (Peretz, 1998).

Différents mécanismes cérébraux peuvent être différenciés (Juslin & Västfjäll, 2008). Le schéma ci-dessous propose un aperçu du fonctionnement neuronal et de la connectivité des aires mises en jeu par l'émotion musicale (Zatorre & Salimpoor, 2013).

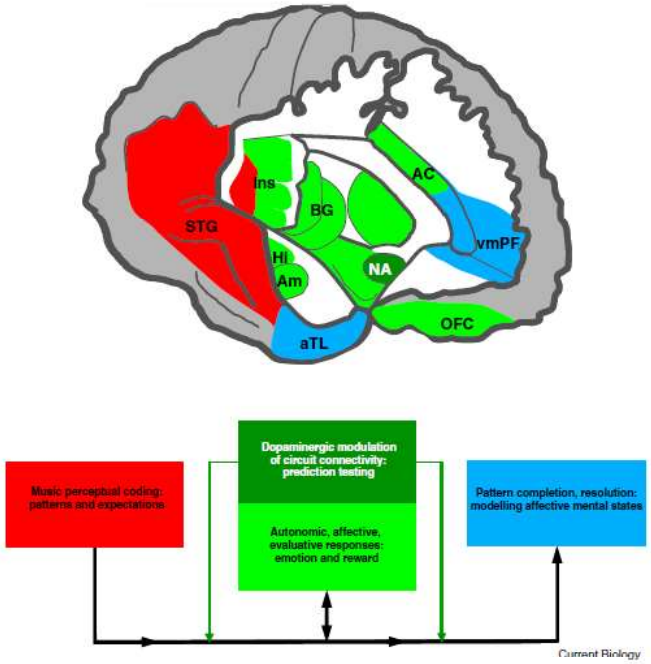


Figure 1. A neural architecture for encoding the biological value of music.
The schematic dissected brain (upper panel) shows anatomical networks implicated in music perceptual coding (red), emotion and reward processing (green) and higher-order cognitive processing (blue). Key: AC, anterior cingulate cortex; Am, amygdala; aTL, anterior temporal lobe; BG, basal ganglia; Hi, hippocampus; Ins, insula; NA, nucleus accumbens (mesolimbic striatum); OFC, orbitofrontal cortex; STG, superior temporal gyrus (and connected areas surrounding Sylvian fissure); vmPF, ventro-medial prefrontal cortex. A proposed functional architecture for information exchange between these networks — based on empirical data [1,4,7–9,12–18] — is outlined (lower panel; arrows code putative primary direction of information flow).

Figure 1 : L'architecture neuronale lors de l'encodage de la valeur biologique de la musique (Clark, 2016 : 3)

Les réflexes du tronc cérébral, liés au fait de centrer son attention sur d'éventuels changements ou événements importants de l'environnement proche. Cette fonction génère une excitation générale, plaisante ou déplaisante. Cet effet est peu conscient et très rapide. Le conditionnement d'évaluation correspond à la possibilité d'associer des objets ou des événements à une issue positive ou négative. Il est très lié à la culture ou aux apprentissages, et induit des émotions basiques de manière rapide également. La contagion émotionnelle, qui alimente la cohésion sociale et les interactions au sein d'un groupe (par exemple entre la mère et son enfant), est liée à l'attention que nous portons aux expressions motrices émotionnelles et génère des émotions basiques. L'imagerie visuelle permet la simulation interne d'événements comme des actions risquées par exemple. Elle génère tout type d'émotions de façon volontaire, et donc consciente. La mémoire épisodique donne lieu au souvenir conscient d'événements passés et relie l'individu et sa conscience de lui-même à la réalité vécue, les informations sont donc liées aux événements personnels dans des lieux ou à des moments particuliers. L'émotion qui en découle émerge lentement et peut être basique ou plus complexe, il s'agira souvent de la nostalgie par exemple. L'attente musicale contribue au langage symbolique par un système sémantique complexe. A l'écoute de la musique, notre cerveau est attentif aux informations

syntaxiques de l'extrait sonore. Les émotions générées peuvent être la surprise, l'admiration, le plaisir, la déception, l'espoir, l'anxiété ou l'exaltation.

1.1.3 Neuropsychologie et psychologie cognitive de la perception musicale

Une suite de sons ne peut correspondre à de la parole sans la compétence linguistique de l'auditeur. De la même façon, une suite de sons ne peut correspondre à de la musique sans la compétence musicale de ce même auditeur, bien que cette compétence soit moins spécialisée dans ce cadre, et que tout objet sonore puisse devenir musical si l'on y reconnait une forme d'organisation mélodique, rythmique ou spectrale.

Des parallèles entre le traitement de la parole et celui de la musique peuvent exister, et pour délimiter leur proximité, il est intéressant de se pencher sur les points de divergence. Du point de vue du timbre par exemple, si la mélodie cherche à obtenir un timbre homogène, il n'en est pas de même pour la parole, au contraire : le changement continu de timbre la caractérise, dans la mesure où c'est le contraste spectral qui va porter le sens linguistique entre les diverses unités sonores. Concernant la hauteur, le jeu musical instrumental et vocal utilise un riche système de notes stables, lorsque la parole du français est constituée de quelques 4 ou 5 tons approximatifs. Le rythme est très contrôlé dans la musique, ayant à cœur la régularité des durées de chaque son, quand la parole ne l'exploite que de façon pauvre et irrégulière, puisque c'est le contraste entre les durées qui est recherché (d'Alessandro, 2006).

Gosselin, Peretz et leurs collaborateurs ont modélisé le Système de Reconnaissance Musicale, qu'ils ont juxtaposé à celui du langage. Comment s'intègre alors l'émotion musicale dans ce modèle fonctionnel ? Selon ce schéma, le mode et le tempo paramètrent le jugement émotionnel, alors que leur implication dans la reconnaissance d'extraits est moindre. Les auteurs se questionnent ainsi sur l'existence d'un modèle spécifique de jugement émotionnel, qui existerait en parallèle de celui de la reconnaissance (Gosselin, Peretz, Clément, & Dalla Bella, 2006).

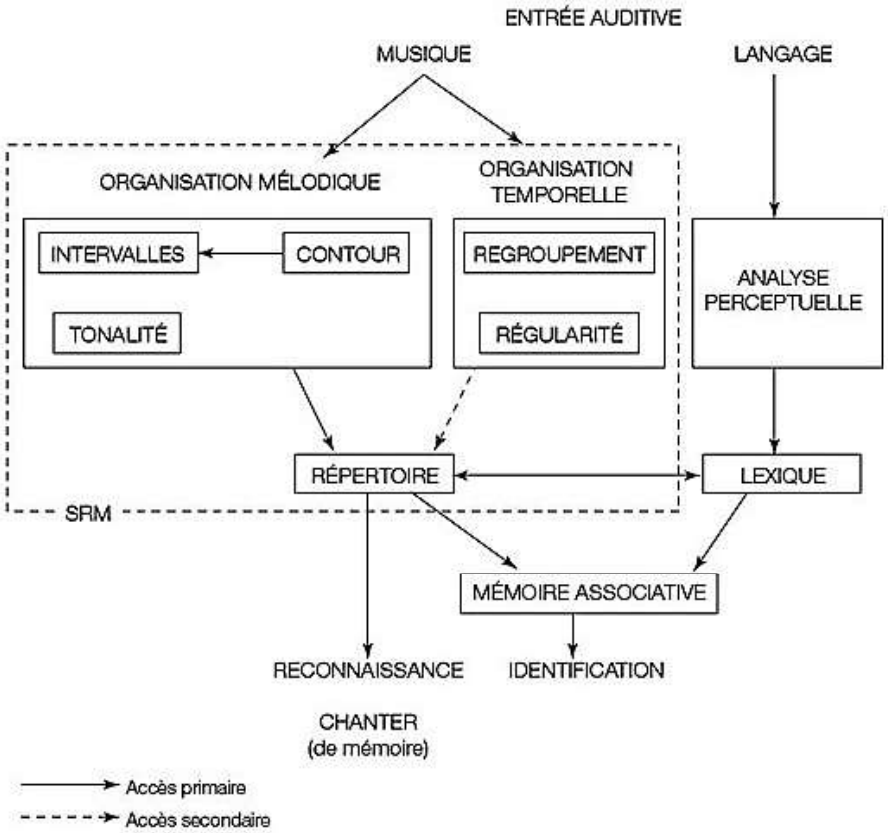


Figure 2 - Autonomie et fractionnement du Système de Reconnaissance Musicale (Gosselin, 2006 : 92)

1.1.4 La musique, un outil dans le cadre des troubles du langage

La musique est un outil thérapeutique fréquemment utilisé sur divers plans : elle contribue à la régulation émotionnelle, cognitive, comportementale, attentionnelle et soutient la communication (Koelsch, 2010). En Egypte antique, on associait déjà la musique à la santé. La musique a de nombreuses vertus, dont celle de réduire l'état de stress, nocif à long terme, en diminuant de façon significative la concentration de cortisol dans le sang (Nilsson, 2008). En outre, le plaisir généré par l'écoute de la musique met le sujet dans des dispositions favorisant les performances cognitives.

En tant que vecteur émotionnel, elle a également un pouvoir relationnel souvent utilisé pour rétablir le lien lorsque les moyens de communication langagiers conventionnels ne sont pas fonctionnels (Trainor & Cirelli, 2015), dans le cadre de pathologies psychiatriques, de troubles envahissants du développement (Kovelman et al., 2015) ou encore de maladies neurodégénératives par exemple (Groussard, Mauger, & Platel, 2013).

Des thérapies musicales sont aussi utilisées lors de lésions cérébrales traumatiques ou vasculaires, suscitant alors une réorganisation cérébrale, que ce soit sur le plan moteur (Schaefer & Overy, 2015) ou langagier (Schön & Tillmann, 2015). Il en va de même lors d'un développement atypique du langage comme dans les cas de troubles développementaux du langage oral (Gordon, Jacobs, Schuele,

& McAuley, 2015) ou écrit (Kovelman et al., 2015) : l'exposition et l'apprentissage de la musique stimule les fonctions perceptives notamment, fonctions nécessitant des réseaux que partagent la musique et le langage. On observe ainsi une corrélation positive entre l'activité musicale et l'apprentissage des langues, la lecture, la compréhension de la prosodie et la mémoire verbale.

Certaines caractéristiques de la musique participent également au ralentissement du vieillissement cognitif. L'écoute et la pratique musicale requièrent des compétences qui ne sont pas spécifiques à la musique, le traitement de ces informations génère donc des transferts de données d'une région cérébrale vers une autre, qui influencent les fonctions exécutives et cognitives (Fauvel, Groussard, Eustache, Desgranges, & Platel, 2013).

La dynamique des pièces musicales, c'est-à-dire la variation de leur intensité, a également un effet positif sur l'attention, l'écoute d'un extrait suscitant une focalisation sur la structure de la pièce et le respect des attentes notamment. Elle stimule également le développement du planum temporale, zone cérébrale impliquée dans le fonctionnement de la mémoire verbale. L'enseignement de la musique aurait un effet significatif sur les performances intellectuelles d'enfants sans troubles, mesurées par des épreuves d'analyse du quotient intellectuel (Schellenberg, 2004).

La surdité affecte elle aussi le langage, selon la précocité de son arrivée. Elle va influencer le développement de l'articulation, de la morphosyntaxe et du vocabulaire notamment. L'entraînement musical (et notamment rythmique), qu'il soit sur une durée courte ou plus longue, va agir sur la perception temporelle, la discrimination de paires de consonnes, mais également sur le tour de parole. Outre la modification des représentations auditives qu'il représente, l'entraînement va également influencer la connectivité au sein du système audio-moteur en améliorant la prédiction du flux sonore et de la structure temporelle des gestes articulatoires (Pinto & Sato, 2016). La perception musicale met en jeu des compétences de discrimination et d'identification de traits acoustiques, en effet « l'écoute de la musique, tout comme l'écoute de la parole, implique la mise en jeu simultanée des processus perceptifs analytiques et globaux » (Ambert-Dahan, 2014), du point de vue de la réhabilitation, le travail musical sera donc pertinent.

1.1.5 Effet thérapeutique de l'écoute musicale : des modifications cérébrales observables

La musique et les émotions qu'elle génère ont un effet sur le fonctionnement cérébral. Différents plans sont en jeu dans ce cadre, et notamment (Koelsch, 2010) : le système dopaminergique, la structure hippocampique, et le cortex cingulaire inférieur et l'insulae.

Le système dopaminergique est mis en jeu, car l'écoute musicale génère une sensation de plaisir véhiculée par la libération de dopamine dans les circuits de la récompense. L'activité du noyau accumbens est liée à la sensation de plaisir et oriente notre comportement et notre motivation en vue

d'un résultat agréable. Mais cette structure est également une interface entre les régions limbiques dont elle reçoit les inputs (amygdale, hippocampe), qui régulent l'injection de dopamine induisant les réponses motrices, et les ganglions de la base vers lesquels elle envoie les informations et qui, eux, jouent un rôle important dans les apprentissages ainsi que la sélection et la réalisation de l'action.

La structure hippocampique intervient également, la musique affectant de façon importante l'activité de la formation hippocampique antérieure. Cette région est majeure pour les apprentissages et la mémoire, elle est également un pivot dans les processus émotionnels par sa proximité avec les structures limbiques en plus de ses projections vers les aires associatives.

Le cortex cingulaire inférieur et l'insulae sont également concernées. Ces régions voient en effet leur activité modifiée par l'écoute d'extraits musicaux, et prennent alors un rôle de synchronisation des sous-systèmes biologiques comme l'excitation physiologique, l'expression motrice, les processus motivationnels, la surveillance et l'appréciation cognitive. Cette synchronisation entre la cognition, le système nerveux autonome, l'activité motrice, la motivation et le système de vérification est nécessaire pour faire advenir l'expérience émotionnelle subjective, donc les sentiments.

Les effets des thérapies musicales sont effectifs sur le plan langagier, mais peuvent s'étendre à d'autres domaines de la cognition, y compris dans ses aspects sociaux et émotionnels. Après avoir souligné l'impact non négligeable de l'émotion musicale sur le fonctionnement et l'épanouissement cognitif de l'Homme, il s'agit de questionner ses effets lorsqu'une baisse de l'audition vient limiter son appréhension, et de mesurer la façon dont cette perte auditive modifie sa perception.

1.2 CARACTERISTIQUES DE LA PERCEPTION MUSICALE EN FONCTION DE L'AUDITION RESIDUELLE

Nous détaillerons ici les différences perceptives observées auprès de trois populations : la première concerne les sujets dont l'audition est préservée, il s'agira donc dans un premier temps de décrire les principes de la perception musicale dans sa globalité et lorsque l'audition est fonctionnelle. La seconde regroupe les sujets dont la perte auditive a nécessité une implantation cochléaire uni- ou bilatérale : nous présenterons le système de l'implant cochléaire, l'aide auditive qu'il représente et son apport pour la restauration de l'écoute musicale, mais également ses contraintes techniques. Quant à la troisième population, il s'agit de sujets dont la perte auditive est compensée par un appareil auditif conventionnel. Nous nous arrêterons donc sur son fonctionnement et les adaptations qui peuvent être proposées au patient pour optimiser l'écoute de la musique par le biais de ces appareils conventionnels.

1.2.1 Perception musicale du sujet normo-entendant

Le sens de l'audition est primordial dans le cadre de la communication verbale, modalité d'échange principale dans les cultures humaines. La musique s'enracine ainsi profondément dans notre cerveau, ce très tôt dans le développement : le fœtus perçoit et traite des structures musicales complexes, telles que la distance des modulations, dans le cas de la musique tonale occidentale. Il garde une mémoire fine des intervalles qui composent des chansons auxquelles il a été exposé dans la vie intra-utérine. Dès quelques jours après la naissance, un bébé peut différencier des musiques émotionnellement positives ou négatives (Trehub, Trainor, & Unyk, 1993).

Plusieurs structures cérébrales participent de fait à la perception musicale. Le son musical est généré par la vibration d'un ou de plusieurs objets. En tant qu'onde sonore, il est d'abord perçu et transmis par les différentes structures de l'oreille externe puis moyenne. L'onde ainsi transformée en message mécanique est transmise à l'oreille interne par l'intermédiaire du tympan, où les cellules ciliées de la cochlée la convertissent en message électro-chimique. Ce message est ensuite transmis, sous forme de potentiel d'action, aux voies auditives afférentes, qui comportent quatre relais jusqu'au cortex auditif. Et c'est à partir du second relai que les informations provenant des deux oreilles sont associées. Mais au niveau cortical, seulement un tiers de l'information auditive est issu de l'oreille située du côté de la source sonore, le reste provenant majoritairement de l'oreille controlatérale (Dehaene, Petit, Arom, & Collège de France, 2009).

Interviennent ensuite différentes zones cérébrales : l'écoute de sons active le noyau cochléaire, le tronc cérébral et le cervelet. Le stimulus auditif est ensuite transmis vers le cortex temporal, siège des aires auditives primaires et secondaires, où les sons sont analysés.

L'aire auditive comprend les aires primaires et secondaires où s'élaborent les sensations conscientes et associatives. Elles sont situées au niveau supérieur de la première circonvolution temporale (T1). Ce cortex est plus développé à gauche chez les droitiers, bien que l'asymétrie soit moindre chez les gauchers. La partie antérieure de T1, appelée « Gyrus de Heschl », constitue le cortex auditif primaire, et derrière lui le planum temporale regroupe les aires secondaires. Dans l'hémisphère gauche, il jouxte l'aire de Wernicke jouant dans la réception et l'intégration du langage. Ces aires possèdent une organisation tonotopique, où l'on retrouve les zones corticales impliquées dans le traitement des différentes fréquences sonores (Chouard, 2009).

Concernant **la répartition du traitement** de l'information musicale, l'hémisphère gauche d'un droitier va analyser la segmentation temporelle, le tempo, le rythme, la mesure, le lexique musical et tout ce qui pourra contenir une valeur sémantique. L'hémisphère droit traitera lui la perception des intervalles mélodiques ou harmoniques, du timbre et du contour mélodique. Le cortex préfrontal

ventro-médian est dédié à l'analyse des attentes sonores, qui sont confirmées ou déjouées. Il anticipe ainsi le développement de ces dernières, quand le cortex frontal inférieur est impliqué dans la reconnaissance harmonique. L'écoute d'une musique familière activera en outre les structures impliquées dans la mémoire, que sont l'hippocampe et les aires du cortex frontal. Quant à inventer une mélodie, cela fait appel à des régions frontales et temporales, tandis que l'émotion ressentie à l'écoute mettra elle en jeu le cortex orbito-frontal, les noyaux gris centraux et l'amygdale (Perrone-Capano, Volpicelli, & di Porzio, 2017).

Mais avant même cette analyse cognitive des stimuli musicaux, l'oreille effectue un certain nombre de traitements du son. Les trois grands types d'analyse des sons dans le système auditif relèvent de l'analyse fréquentielle, de la localisation de la source sonore et de la nécessité d'une amplification de la stimulation sonore au sein de la cochlée.

L'oreille humaine perçoit les fréquences comprises entre 20 Hz et 20 000 Hz, et la résolution fréquentielle est particulièrement élevée pour les fréquences inférieures à 5000 Hz (ce qui correspond aux sons de la parole et de la musique). Cette capacité à discriminer des fréquences proches est indispensable à l'écoute musicale et peut, pour les fréquences auxquelles le système est le plus sensible, atteindre le millième de la valeur fréquentielle.

Il existe en parallèle un système de traitement du bruit pouvant parasiter la perception du message. Cette organisation a lieu dès la cochlée et les neurones auditifs primaires par des effets de masquage. Le système nerveux efférent augmente quant à lui la réponse à un stimulus acoustique en présence de bruit, en modulant les informations transmises au niveau des voies afférentes.

En permanence, nous interprétons et adaptons nos perceptions sonores : les stimuli sont ainsi « distordus » dans la cochlée du fait de l'organisation tonotopique en elle-même. Plus une fréquence sonore est basse, plus elle est perçue loin dans la cochlée. Par ailleurs, la cochlée amplifie les stimuli auditifs de façon non linéaire : plus faible est le son, plus il est amplifié dans la cochlée. Enfin, un produit fréquentiel absent du spectre initial peut être généré par l'écoute d'un signal acoustique (perception de la fréquence fondamentale à partir des seuls harmoniques).

Sur le plan de l'intensité sonore, l'oreille humaine possède un champ perceptif allant de 0 à 120 dB SPL. Cela n'est vrai que pour les fréquences comprises entre 500 et 8000 Hz où la sensibilité de l'oreille est la meilleure. Pour les fréquences inférieures ou supérieures, une pression acoustique beaucoup plus importante est nécessaire pour atteindre le seuil d'audition.

Les quatre paramètres psychoacoustiques classiques de la perception sonore sont la hauteur, l'intensité, le timbre et la durée. Ces paramètres sont évidemment en interaction, mais ne sont pas les

seuls. D'autres données vont influencer l'écoute musicale : l'expérience, l'entraînement, les préférences, l'âge, la culture… (Looi, Gfeller, & Driscoll, 2012).

1.2.2 Perception musicale du sujet implanté cochléaire

L'implantation cochléaire est généralement proposée lors de l'apparition d'une surdité de perception, suite à un déficit de l'oreille interne. Il s'agit d'un dispositif médical permettant la réhabilitation des surdités sévères à profondes, soit une perte de 70 à plus de 90 dB. Outre la pose de l'implant, l'intervention chirurgicale tente de préserver l'audition résiduelle dans la mesure du possible en proposant éventuellement une stimulation bimodale : électrique pour les sons aigus et acoustique pour les sons graves.

La stéréophonie est aussi un paramètre important pour la compréhension en contexte bruyant ou la localisation spatiale. Dans certains cas, on propose une stimulation auditive bilatérale en combinant l'implant à l'appareillage classique controlatéral, ou en proposant l'implantation bilatérale.

Les sons sont captés par un microphone traduisant l'information acoustique en signal électrique homogénéisé. Le processeur de l'implant va ensuite filtrer et répartir le signal en différents canaux correspondants à des bandes de fréquences (Bouccara, Mosnier, Bernardeschi, Ferrary, & Sterkers, 2012). Ces paramètres de traitement sont propres à chaque canal, et déterminés par des algorithmes qui leur associent une gamme de fréquences sonores dans un intervalle allant en général de 200 à 7500 Hz selon le contexte et les situations (environnement calme, bruyant, écoute musicale, etc.). L'implant cochléaire va ainsi stimuler artificiellement le nerf auditif et rétablir la transmission du signal sonore par les voies auditives et vers les centres cérébraux dédiés à son traitement (Roustit, Lasserre, Benhazma).

Mais une quantité limitée d'électrodes ne peut transmettre sans corrompre une certaine intégrité du message sonore initial : divers paramètres acoustiques de reconnaissance sonore, vocale et musicale sont compromis. L'excitation nerveuse générée par un son complexe comme la musique ne permettra pas au sujet implanté de percevoir les harmoniques par exemple, ou de différencier des sons proches. Du fait de ces particularités, l'appréhension des informations sonores et musicales sera modifiée : selon Drennan, les sujets implantés cochléaires exploiteraient les informations temporelles de manière plus importante que les sujets normo-entendants (Drennan, 2008). Toutefois, percevoir les informations rythmiques ne suffit pas à accéder à la musique. D'autre part, ce traitement électronique de l'information sonore modifie la nature de la perception des sons et de la musique : les personnes porteuses d'un implant peuvent décrire ce qu'ils entendent comme une suite de sons robotiques, métalliques, mécaniques, réverbérant ou encore semblables à un grondement, entendus en écho, ou comme par le biais d'un micro mal réglé (Harris et al., 2011).

Parallèlement à cette limitation de la perception musicale en tant que telle, il semblerait que la surdité affecte également la perception des émotions qu'elle peut véhiculer. Dans une étude menée en 2015, Ambert-Dahan et ses collaborateurs montrent que les sujets implantés présentent une altération du jugement émotionnel et de la perception de l'excitation dans la musique, malgré le gain notable que représente l'implant et les informations rythmiques qu'il apporte. Le jugement de la valence émotionnel reste en cela relativement préservé (Emmanuelle Ambert-Dahan, Giraud, Sterkers, & Samson, 2015).

1.2.2.1 Evolution des performances de l'implant

Le traitement du son via l'implant a évolué avec les progrès technologiques : la perception des fréquences fondamentales de la voix était d'abord au premier plan, avant de ne prendre également en compte les paramètres du spectre de la parole et ses variations temporelles. Ces dernières années, c'est l'analyse de l'enveloppe spectrale et des structures fines de l'environnement sonore qui sont privilégiées, et l'objectif tend maintenant à améliorer l'extraction du signal musical et linguistique en milieu bruyant, en adaptant bien sûr les réglages aux besoins et ressources individuelles de chaque porteur d'implant.

Cependant, il reste difficile de décrire la qualité de la perception musicale à travers l'implant. En effet, on observe une grande variabilité dans la subjectivité inter-individuelle sur cette question, et les réponses à cette question de la perception ne sont d'ailleurs que rarement identiques aux bénéfices observés pour la communication et dans la vie quotidienne en général grâce à l'implant : il existe une forte dissociation entre les performances suite à l'implantation et le plaisir de l'écoute musicale. Le gain que représente la prothèse auditive controlatérale ou un entraînement structuré a toutefois déjà été démontré (Looi et al., 2012).

En 2013, le Centre d'Information sur la Surdité et l'Implant Cochléaire (CISIC) a mené une enquête sur l'implant cochléaire dans la vie quotidienne. Il s'agissait d'une population malentendante dont 62% des participants étaient âgés de plus de 50 ans, et dont 65% présentaient une surdité acquise. Sur les 702 réponses obtenues, plus de la moitié des sondés disaient écouter et apprécier la musique lorsque qu'ils sont dans de bonnes conditions, et la plupart du temps à la radio (CISIC, 2013).

Des logiciels existent pour transcrire les extraits sonores tels qu'ils seraient perçus à travers un implant cochléaire. Ces vocoders permettent de se représenter ce que peut être la perception d'une personne implantée, et on peut trouver divers extraits musicaux tels qu'ils pourraient être perçus à travers l'implant, comme le propose le site de l'université de Honk Hong par exemple (« What do cochlear implants sound like? »). Pour autant, la perception sonore n'est pas seulement liée à la nature du signal auditif, le cerveau interprète également une partie des stimulations sonores, il est ainsi

difficile de considérer que ces outils de simulation permettent d'entendre la même chose que la personne malentendante. Cela reste tout de même un moyen intéressant de se rendre compte de l'intensité de l'altération de la cible sonore initiale (Zurek & Desloge, 2007).

1.2.2.2 Contraintes techniques liées à l'écoute musicale

Les recherches se sont longtemps focalisées sur l'optimisation du traitement de la parole, tenant moins compte des paramètres acoustiques de la musique qui nécessitent une intégration perceptuelle de nombreux éléments. Les principales contraintes rencontrées par les concepteurs de l'implant lors de l'écoute musicale sont donc les suivantes (Limb & Roy, 2014) :

Des contraintes biologiques : La surdité peut générer en elle-même un déficit au niveau du système auditif central et périphérique, et l'âge du sujet au moment de l'implantation aura un impact en termes de compensation et de réorganisation cérébrale offertes par la plasticité cérébrale.

Des contraintes technologiques : Le fonctionnement technique de l'implant implique des modifications de la perception du signal sonore, à commencer par l'altération de la tonotopie et du fonctionnement fréquentiel. Les recherches indiquent ainsi que 64 canaux fonctionnels seraient nécessaires à l'écoute de la musique, lorsque 4 suffisent à la compréhension de la parole en milieu calme. Non seulement les 22 électrodes de l'implant auront du mal à transmettre toute la richesse sonore du son habituellement converti par les quelques 3500 cellules ciliées de l'oreille interne, mais les filtres du processeur dévolus à la mise en relief des indices linguistiques viennent d'autre part limiter l'amplitude du champ fréquentiel précisément transmis.

Pour compenser la perte des aigus et optimiser la perception sonore, le placement des électrodes (codant chacune pour des fréquences spécifiques) ne respectent pas toujours l'organisation tonotopique de la cochlée (Drennan, 2008). On note une perturbation des mécanismes de débit fréquentiels avec une rapide saturation de l'implant aux alentours des 300 Hz, seuil au-delà duquel la perception de la hauteur tonale n'augmente plus. Enfin l'utilisation de l'implant induit une compression du signal sonore assez importante, grevant la perception musicale et plus particulièrement l'enveloppe structurelle fine de la musique, qui génère expressivité, excitation, signification, etc. La dynamique sonore est en effet centrale dans l'appréciation musicale, et possède un champ bien plus large que celui de la parole.

Des contraintes acoustiques : elles peuvent être temporelles (rythme, tempo et mesure), bien que la perception du rythme par les sujets implantés soit souvent très bien préservée et comparable à celle de sujets normo-entendants. Il en va de même pour la perception du tempo et de la mesure. La dimension spectrale (hauteur, mélodie et harmonie) est aussi présente, bien que la discrimination de tons et de demi-tons soit difficile avec l'implant, ce qui limite de fait la reconnaissance mélodique,

particulièrement lorsque son contour est complexe. L'un des paramètres les plus difficiles pour les porteurs d'implant sera également la perception des harmoniques, nécessitant une bonne discrimination des hauteurs les unes par rapport aux autres et leur association. Qu'en est-il de la combinaison des paramètres temporaux et spectraux, c'est-à-dire le timbre ? La prise en compte de l'enveloppe spectrale et de la structure temporelle fine associées permet la reconnaissance du timbre d'une voix ou d'un instrument. Les sujets implantés vont, quant à eux, se baser uniquement sur les indices temporels et rythmiques dans les tâches de jugement de timbre, d'où des difficultés de perception dans ce domaine. Enfin, la séparation des flux auditifs permet d'isoler la mélodie d'un instrument parmi un ensemble. Elle nécessite d'utiliser les trois domaines cités ci-dessus en plus de mettre en jeu des processus cognitifs très spécifiques et de haut niveau, et reste une tâche difficile pour les sujets implantés.

C'est pourquoi, en parallèle de l'amélioration du traitement musical par l'implant, un traitement du contenu musical lui-même en amont peut contribuer à rendre l'écoute de la musique plus agréable. Ce mixage concerne particulièrement la réduction de la réverbération et du bruit (Roy et al., 2015), la réduction des harmoniques afin de simplifier l'appréhension de la mélodie, et l'assourdissement des instruments générant des hautes fréquences, comme le violon par exemple (Prevoteau, Chen, & Lalwani, 2018).

1.2.3 Perception musicale du sujet porteur d'appareil auditif conventionnel

Les aides auditives sont des moyens relativement peu invasifs réduisant les effets d'une perte auditive ne nécessitant pas une implantation cochléaire. La musique amplifiée à travers ces appareils possède des caractéristiques particulières selon divers réglages parmi lesquels le degré de compression, qui peut altérer la qualité du signal sonore. Ces limitations ne pourraient être corrigées qu'à moins d'utiliser des appareils dotés de batteries puissantes qui leur permettrait d'obtenir une bonne amplitude dynamique de 120 dB, mais ce n'est pas le cas à l'heure actuelle. Des dispositifs modernes peuvent ajuster automatiquement le gain à partir de niveaux de détection du signal sonore, évitant la compression des pics d'amplitude à l'écoute de musique en direct.

Un certain nombre d'adaptations autonomes peuvent être suggérées, comme de baisser le volume de l'appareil, ou de l'enlever si le son est assez fort, d'utiliser un objet pour couvrir le micro de l'appareil ou de changer d'instrument pour ceux qui pratiquent la musique (Chasin & Hockley, 2014).

L'étude de Looi en 2008 (Looi, McDermott, McKay, & Hickson, 2008) regroupe deux groupes de participants ayant un degré de surdité similaire auxquels 4 tâches étaient administrées séparément et à deux moments à intervalles distincts. Les sujets appareillés - pour lesquels

l'implantation cochléaire était indiquée - montrent des résultats globalement similaires à ceux des patients implantés dans la perception rythmique, c'est-à-dire similaires à une population normo-entendante. La discrimination de hauteurs, de mélodies, et l'analyse des composants spectraux montre en revanche des performances significativement meilleures pour les personnes appareillées par rapport aux sujets implantés. Concernant la perception du timbre, les deux populations obtiennent des résultats similaires dans ces tâches, qui sont moins bons que ceux d'une population normo-entendante. L'extraction de flux mélodiques est également plus difficile pour patients appareillés que pour la population générale.

L'appareillage montre sans surprise des résultats proches ou meilleurs que ceux de l'implant cochléaire en matière de perception et d'appréciation musicale, ce qui est attendu au regard de la différence de nature de stimulation auditive (dans un cadre, il s'agit d'une augmentation du volume sonore perçu, dans le second il s'agit d'une traduction électro-magnétique des sons captés). Pour autant, ces dispositifs restent peu effectifs dans le domaine de la musique (Looi et al., 2008). Par ailleurs, lorsque les conditions sont favorables, supplémenter l'implantation cochléaire d'un appareillage classique améliore significativement l'écoute musicale (Peterson & Bergeson, 2015).

1.3 MODELES THEORIQUES DE L'EMOTION

Quels sont les mécanismes sous-jacents lors de l'émotion générée par l'écoute de la musique ? Dans quelle mesure est-il possible d'intégrer la question de l'émotion aux évaluations musicales classiques ? Et de quelle façon cela est-il possible ? Les études sur les effets émotionnels de la musique sont limitées par le peu de paradigmes de recherche et de méthodes, ceci dû à l'insuffisance d'analyses conceptuelles et théoriques du processus de production de l'émotion par la musique.

Au cours de l'histoire des sciences, l'émotion a été l'objet de diverses théories auxquelles on peut associer quelques noms représentatifs : théorie de la rétroaction corporelle de James (1892), théorie bifactorielle de Schachter & Singer (1962), théorie des émotions de bases d'Ekman (1983), théories adaptationnistes de Tooby et Cosmides (1997), et théories dimensionnelles parmi lesquelles nous retrouvons les recherches de Duffy (1941), Osgood (1962) et Russel (1980). Enfin le courant le plus récent, né dans les années 2000, est celui de la théorie de l'évaluation cognitive, ou « appraisal », principalement mené par Scherer.

Certains de ces modèles sont donc encore actuellement utilisés comme modèles conceptuels pour des études sur l'émotion musicale, il est donc intéressant de les résumer rapidement ici.

1.3.1 Modèle bidimensionnel de Russell

James Russel propose, dans les années 80, de représenter les émotions autour d'un cercle dont les deux axes représentent les dimensions de valence (plaisir/déplaisir) et d'activation (faible/forte). Dans ce modèle, la peur se situe alors aux extrémités des axes de valence et d'activation, c'est-à-dire au niveau maximum du déplaisir et générant une forte activation, quand le calme est au contraire situé sur la dimension positive de la valence, et induit une activation faible (Posner, Russell, & Peterson, 2005).

Ce modèle suggère qu'un même système neurophysiologique sous-tends tous les états affectifs. Cela le distingue des autres modèles proposés jusqu'alors qui considéraient les émotions comme des entités indépendantes produites par des systèmes neuronaux distincts. Ce modèle a récemment été étayé par l'étude de Cowen *et al*. en 2017 proposant l'existence de 27 catégories d'émotions reliées par des gradients continus (Cowen & Keltner, 2017).

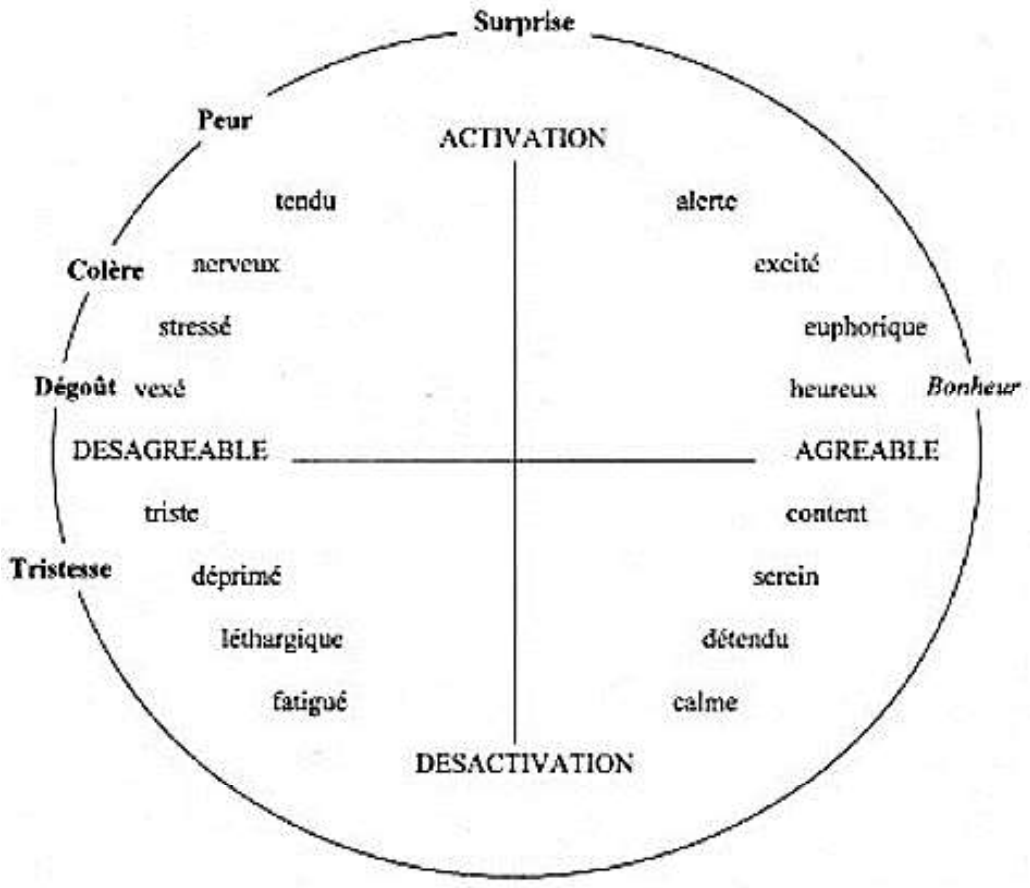


Figure 3 : Représentation graphique du modèle circumplex de Russel. L'axe horizontal représente la dimension de valence. L'axe vertical représente la dimension d'activation. (Feldman, Barrett and Russell, 1998 : 715-734)

1.3.2 Modèle tridimensionnel d'Osgood

Sur la base d'analyses sémantiques, Osgood (1962) a proposé l'existence de trois dimensions fondamentales pour la description des affects : l'évaluation -de négative à positive-, l'activation -de faible à forte- et la puissance -de faible à forte- (Osgood, 1962). Ce modèle est appelé modèle EPA (Evaluation, Potency and Activity).

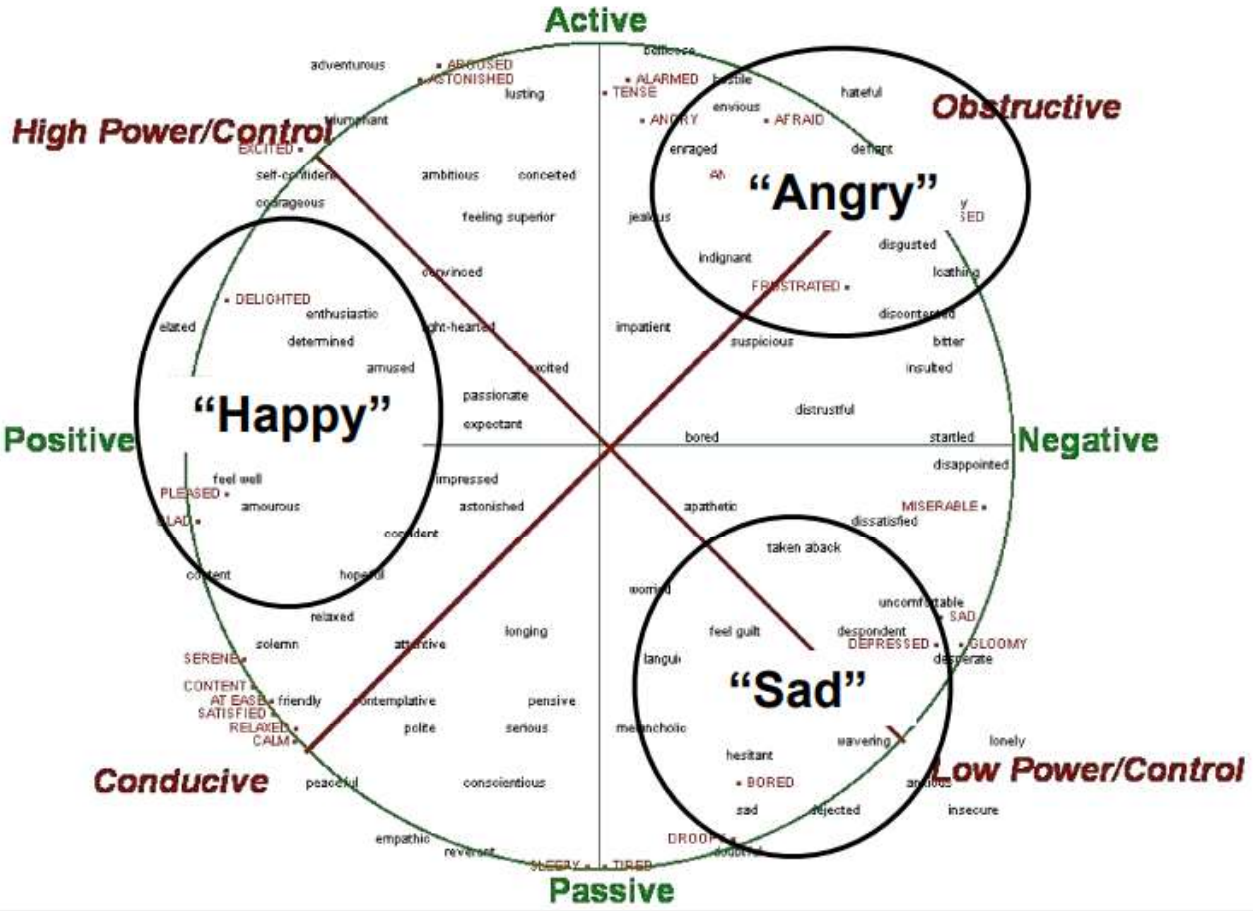


Figure 4 : Représentation graphique du modèle EPA. L'axe horizontal représente la dimension de l'évaluation. L'axe vertical représente la dimension d'activation. Les axes transversaux représentent la puissance. (Osgood, 1962 : 10-28).

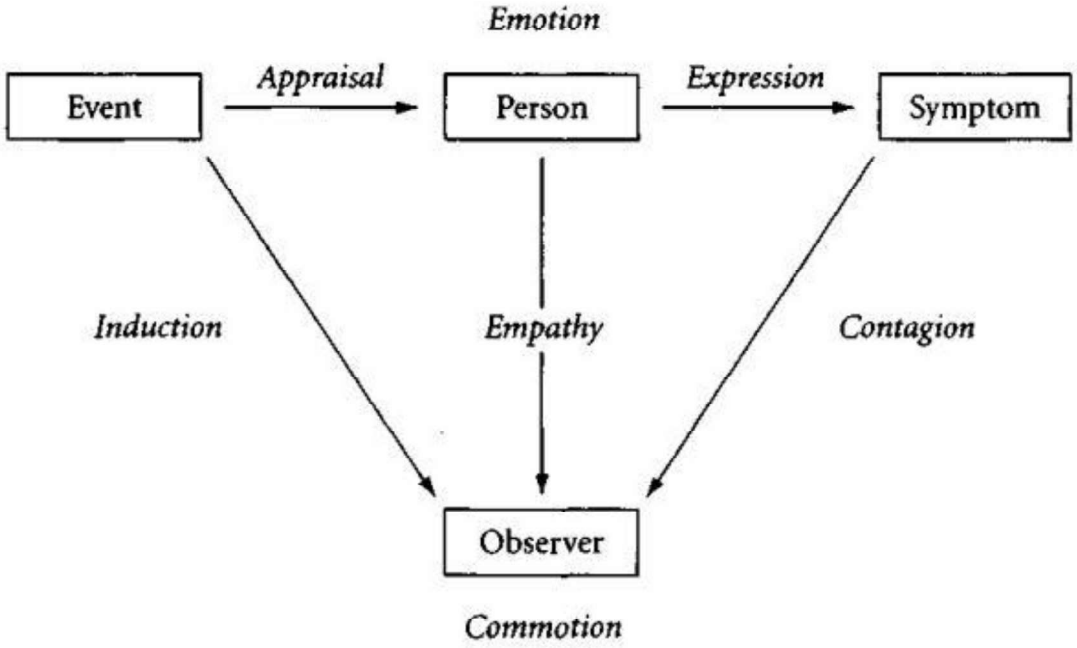
L'intérêt de ce modèle est de présenter une cartographie dimensionnelle d'éléments affectifs rendant compte de certaines réalités sociales. Il souligne ainsi que le déclenchement et la différentiation de l'émotion est modulé par les contraintes sociales qui s'appliquent à un individu. Par ailleurs, la théorie d'Osgood a donné lieu à une modélisation mathématique du vecteur w découlant de ce modèle : $|w| = \sqrt{e^2 + p^2 + a^2}$ (Cioffi-Revilla, 2014). Pour ces raisons, ce modèle est adapté à la classification des concepts relatifs à l'affect dans divers secteurs comme celui du marketing, mais son adaptation à l'émotion musicale est moins évidente (Barthet, Fazekas, & Sandler, 2012).

1.3.3 Modèle de Scherer

La théorie de l'évaluation, ou « appraisal », s'intéresse aux mécanismes cognitifs par lesquels une émotion va être générée, va se déployer dans le temps jusqu'à se différencier et devenir clairement

identifiable. Cette évaluation est modulée selon divers critères tels que la pertinence de l'événement ou notre capacité à y faire face, qui déterminent ensuite la qualité (agréable, désagréable) et l'intensité de l'émotion. Cette théorie permet d'expliquer en quoi un même événement aura un effet différent chez deux individus, et la façon dont seuls les événements pertinents pour une personne donnée seront à même de déclencher une émotion. Le processus d'évaluation cognitive serait donc causal dans le déclenchement et la différentiation des émotions (Martin & White, 2005).

Dans la perspective de ce modèle théorique, Scherer et Zentner (2001) ont suggéré que la musique génère une émotion par des mécanismes à la fois centraux et périphériques. La voie centrale de production activerait trois composantes : l'« appraisal », soit l'évaluation cognitive, mais



également la mémoire et l'empathie. La voie périphérique mettrait en jeu quant à elle le feed-back proprioceptif et la facilitation de l'expression de sentiments préexistants (Scherer & Zentner, 2001).

Figure 5 : Représentation graphique du modèle de production de l'émotion musicale. La partie supérieure représente la voie centrale de production. La partie inférieure représente les interactions de la voie périphérique sur l'induction de l'émotion. (Scherer, Zentner. 2001: 366).

1.4 ETUDES PORTANT SUR L'EMOTION INDUITE PAR LA MUSIQUE CHEZ LE SUJET SOURD IMPLANTE COCHLEAIRE

Selon Scherer, aucune des trois méthodes d'évaluation classiques de l'induction émotionnelle via la musique (liste des émotions discrètes, dimensions valence/excitation, recensement éclectique d'émotions) ne convient réellement à cette tâche(Scherer, 2004). Un changement de paradigme serait

donc nécessaire dans la perspective de dégager les voies de recherches sur l'effet émotionnel de la musique.

Les effets de la musique devraient donc être étudiés en intégrant la mesure de ses effets sur le fonctionnement cognitif (sentiment subjectif, préparation motrice, processus cognitifs) et physiologiques (expression motrice, activation physiologique) notamment.

Rosslau et ses collaborateurs (Rosslau, Spreckelmeyer, Saalfeld, & Westhofen, 2012) ont mené une étude pilote regroupant 6 sujets normo-entendants et 6 sujets adultes implantés cochléaires en 2012. Des extraits de musique de films étaient proposées aux participants qui devaient alors juger du degré d'éveil (arousal) et de la valence de l'extrait présenté, ce jugement étant distingué explicitement de leur estimation de l'intention musicale potentielle, évaluée également. A l'issue de ce protocole, les sujets implantés montraient bien des capacités de perception quant à l'excitation musicale émotionnelle, bien que cette évaluation de l'activation soit toujours plus importante que chez les sujets normo-entendants

L'étude d'Ambert Dahan et ses collaborateurs (Emmanuelle Ambert-Dahan et al., 2015) porte sur l'évaluation du jugement des émotions portées par la musique, la voix et les visages. Partant d'un paradigme expérimental qui implique la reconnaissance de catégories émotionnelles (joie, peur, tristesse...) et la perception des dimensions de valence et d'activation de l'émotion, les auteurs se sont interrogés sur la reconnaissance des émotions auditives après implantation cochléaire. Les résultats évoquent la présence d'un déficit de reconnaissance émotionnelle plus important sur le versant auditif que visuel, mais surtout la perturbation du jugement d'activation malgré la relative préservation de la reconnaissance des extraits musicaux présentés. Les jugements de valence étaient en revanche toujours préservés

Quant à l'étude de Paquette (Paquette et al., 2018), deux expériences sont menées : dans un premier temps, des participants implantés cochléaires adultes doivent juger de divers aspects émotionnels de 120 stimuli vocaux et musicaux : 40 interjections courtes et 80 extraits musicaux, tous d'une durée de 1.3 à 1.6 secondes. Quatre émotions sont étudiées et représentées au cours de ces extraits. Il s'agit de la joie, la peur, la tristesse, la dernière étant l'absence d'émotion, la neutralité. Les participants doivent d'abord dire quelles émotions sont présentes ou absentes au sein du stimulus, et à quel point ils sont sûrs de ce choix, puis décrire la valence et l'éveil -ou la tension- (arousal) perçus dans l'extrait. Par ailleurs, un groupe de participants normo-entendants doit juger des mêmes aspects émotionnels en écoutant les mêmes stimuli, en situation d'écoute naturelle et en situation de simulation d'implant cochléaire. Les stimuli sont alors filtrés via un vocoder afin de transmettre le

son tel qu'il peut être perçu après le traitement de l'implant cochléaire. L'étude met en évidence un jugement émotionnel vocal et musical plutôt proche de celui des participants normo-entendants, à l'exception de la perception de la tension et de la peur, principalement liés aux caractéristiques du timbre.

En résumé, il existe encore peu d'études évaluant le jugement émotionnel des personnes implantées. Lorsqu'elles existent, elles se réfèrent à des modèles théoriques qui donnent des résultats peu satisfaisants par rapport aux considérations actuelles concernant l'émotion. Les prochaines recherches conduites dans l'objectif de mieux prendre en compte l'émotion perçue et ressentie à l'écoute de la musique chez les sujets implantés cochléaires gagneraient à se baser sur des modèles théoriques et des modes d'évaluations plus récent. C'est notamment ce que Zentner et ses collaborateurs ont tenté de faire en 2008 au cours de plusieurs expériences, qui leur ont permis de mettre à jour un répertoire d'émotions musicales valide et peut être plus précis que ceux basés sur des listes d'émotions discrètes (Zentner, Grandjean, & Scherer, 2008).

La surdité affecte le développement du langage sur tous les aspects linguistiques que ce soit au niveau phonologique, lexical, syntaxique et discursif. La déprivation sensorielle révèle un déficit langagier ainsi que des troubles plus centraux liés à des difficultés de traitement de la temporalité. Les capacités de traitement séquentiel de données perceptives sont moins aisées à mettre en place, et cette difficulté d'appréhension du déroulement temporel influence les dimensions du langage qui y sont liées, comme les liens de succession, de cause à effet, de structuration ou d'organisation des événements et du discours ainsi que leur anticipation. Un entraînement auditif est donc nécessaire, et la musique se révèle alors un bon outil pour ce faire : discrimination de sons, identification de durée ou de timbre, mémoire auditive sont autant de pistes de travail pour lesquelles l'usage d'instruments ou d'enregistrements musicaux est facilitateur. L'amorçage rythmique musical pourrait également améliorer la perception des structures temporelles de la parole ainsi que leur production (Schön & Tillmann, 2015).

Si la musique représente un outil privilégié pour la prise en charge des troubles du langage chez les sujets malentendants, elle est en outre un sujet important pour nombre de sujets appareillés et/ou implantés, qui ont envie et besoin de prendre du plaisir à écouter de la musique. Ce sujet fait d'ailleurs partie des items évalués par les échelles de qualité de vie, et reste un point essentiel que les personnes

malentendantes souhaitent voir s'améliorer, en adoptant des aides auditives, pour trouver ou retrouver les émotions que leur procure la musique. La musique est en effet une expérience perceptive qui, en plus de solliciter des processus cognitifs complexes, fait appel à notre mémoire émotionnelle. Tout en rappelant au patient que les implants cochléaires sont initialement conçus pour faciliter la perception de la parole, et non celle de la musique, l'orthophoniste gagne à informer et proposer un travail de rééducation musicale.

Cependant, comment envisager la prise en charge sans l'évaluation qui l'initie et la guide ? La partie suivante va ainsi s'attacher à détailler les diverses évaluations proposées dans le cadre de l'écoute musicale dans un contexte de surdité acquise, afin de répondre à la question suivante : quels sont les outils d'évaluation de la perception musicale utilisés dans la littérature scientifique, et dans quelle mesure prennent-ils en considération l'aspect émotionnel de la musique et son appréciation par les auditeurs malentendants ?

2 REVUE DE LA LITTERATURE : L'EVALUATION DE LA PERCEPTION MUSICALE CHEZ LES SUJETS SOURDS IMPLANTES ET OU APPAREILLES

Afin de guider la réhabilitation auditive, l'évaluation initiale de la perception musicale d'une personne malentendante est indispensable. Nous nous sommes donc attachés à répertorier les différentes évaluations proposées sur le sujet. Une revue systématique de la littérature scientifique apporte quelques réponses à cette problématique.

2.1 METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Les paragraphes suivants décriront les éléments de méthodologie que cette revue de la littérature a nécessité.

2.1.1 Stratégie de recherche

Pour cette revue systématique, la base de données MEDLINE (PubMed) produite par la National Library of Medicine (NLM), a été utilisée. Les mots-clés et termes « MeSH » utilisés étaient les suivants : « Music », « Assessment », « Deafness » et « Appreciation ». Suite à cette recherche, 188 articles ont été sélectionnés.

2.1.2 Sélection des études : critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères d'inclusion requis étaient basés sur les critères PICOS (Patients, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design) dans une démarche de Pratique Basée sur les Preuves - Evidence-Based Practise (EBP) en anglais.

Les patients devaient être adultes (âgés de plus de 18 ans), implantés et/ou appareillés. L'intervention consistait en l'évaluation de la perception musicale. La comparaison concernait la perception des sujets malentendants par rapport à celle des sujets normo-entendants. Les résultats étaient mesurés à travers des épreuves de perception des principaux paramètres musicaux incluant (mais non limité à) : la mélodie, la hauteur, le rythme, le timbre. Enfin il pouvait s'agir d'études transversales ou prospectives, en anglais ou en français.

Quant aux critères d'exclusions, ils concernaient les études de plus de 15 ans, les études rétrospectives, les études longitudinales, les études examinant seulement des questionnaires sans proposer d'écoute d'extraits musicaux, les études rédigées dans une autre langue que le français et l'anglais, et les revues de la littérature.

La recherche initiale a abouti à cent quatre-vingt-huit articles dont la pertinence a été vérifiée, après cela cent soixante-cinq ont été exclus pour les raisons suivantes : publications non rédigées en anglais ou en français (N=10) ; publications non liées à l'évaluation de la perception musicale chez des adultes sourds implantés et/ou appareillés (N=153).

Suite à cela, vingt-trois articles ont été lus dans leur version complète. Onze articles ont été exclus pour les raisons suivantes : articles de revue de la littérature (N=2) ; étude d'une population pédiatrique (N=2) ; études de réglage d'implant (N=1) ; études sans passage d'extrait musical (N=3) ; études visant à valider la traduction d'une échelle de qualité de vie (N=2).

Ainsi, douze études ont finalement été retenues (Cf. tableau 1).

2.1.3 Qualité méthodologique des études retenues

Les études incluses dans cette revue étaient toutes prospectives, et répondaient au moins à 6 des 11 items de la grille d'analyse de qualité des études proposée par le the National Institute for Health and Care Excellence (Cf. tableau 2).

Au total, ces études représentent plus de 556 participant·e·s âgé-e-s de 18 à 85 ans, dont 371 implanté·e·s cochléaires et 15 patient·e·s bénéficiant d'un appareillage conventionnel (Cf. tableau 1). Les caractéristiques des populations étudiées sont détaillées (Cf. tableau 3), incluant le type d'implantation, la durée d'utilisation de l'appareil, et le type de stratégies de codage.

Tableau 1 : Caractéristiques générales des études sélectionnées

Premier nom des auteurs	Date de l'étude	Nom de l'article	Pays	Nombre de sujets	Ages	Sexe des sujets H:F
Brockmeier	2011	The MuSIC perception test: A novel battery for testing music perception of cochlear implant users	Allemagne Angleterre Autriche	31, IC; 67, NE	27-76, IC; 21-72, NE	11:20, IC; 28:39, NE
Cooper	2008	Music perception by Cochlear Implant and Normal Hearing Listeners as Measured by the Montreal Battery for Evaluation of Amusia	Etats-Unis	12, CI; 30, NE	35-71, CI NS, NE	4:8, CI NS, NE
Drennan	2015	Clinical evaluation of music perception, appraisal and experience in cochlear implant users	Etats-Unis	145, CI	22-85, CI	NS
Galvin	2007	Melodic Contour Identification by Cochlear Implant Listeners	Etats-Unis	11, CI; 9, NE	26-72, CI NS, NE	7:4, CI NS, NE
Grasmeder	2006	The identification of musical instruments through Nucleus cochlear implants	Angleterre	72, CI NS, NE	NS (adultes)	NS
Harris	2011	Intra-individual assessment of speech and music perception in cochlear implant users with contralateral Cochlear and MED-EL systems	Angleterre, Australie	6 CI	34-68, CI	2:4, CI
Kang	2009	Development and Validation of the University of Washington Clinical Assessment of Music Perception Test	Etats-Unis	42, CI 10, NE	35-81, CI 26-62, NE	21:21, CI 4:6, NE
Looi	2008	Music Perception of Cochlear Implant Users Compared with that of Hearing Aid Users	Australie	15, CI 15, AC 10, NE	36-75, CI 49-80, AC 22-51, NE	7:8, CI 6:9, AC 3:7, NE
Nimmons	2008	Clinical Assessment of Music Perception in Cochlear Implant Listeners	Etats-Unis	8, CI	27-76, CI	5:3, CI
Penninger	2013	Experimental Assessment of Polyphonic Tones With Cochlear Implants	Belgique	7, CI	30-67, CI	NS
Roy	2012	Assessment of Sound Quality Perception in Cochlear Implant Users During Music Listening	Etats-Unis	11, CI 10, NE	33-68, CI 18-42, NE	5:9, CI NS
Spitzer	2008	Development of a Clinical Test of Musical Perception: Appreciation of Music in Cochlear Implantees (AMICI)	Colombie	11, CI 34, NE	40-77, CI 22-60, NE	4:7, CI NS, NE

IC = Implantés Cochléaires ; NE = Normo-Entendants ; AC = Appareillage Conventionnel ; NS = Non Spécifié
H = Hommes ; F = Femmes

Tableau 2 : Qualité méthodologique des études sélectionnées

	Qualité de l'étude (modalités de passation des épreuves de test)													
Nom de l'auteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Brockmeier (2011)	N	O	NS	N	-	N	O	N	O	O	O	NS	O	NS
Cooper (2008)	O	O	NS	N	-	N	O	N	O	N	O	NS	O	NS
Drennan (2015)	O	O	NS	N	-	O	O	N	O	N	O	NS	O	O
Galvin (2007)	O	O	NS	NS	-	N	O	N	O	N	O	NS	O	O
Grasmeder (2006)	N	O	NS	NS	-	O	O	N	O	N	O	NS	O	NS
Harris (2011)	O	O	NS	O	-	O	O	N	O	N	O	NS	O	NS
Kang (2009)	O	O	NS	N	-	N	O	N	O	O	O	NS	O	O
Looi (2008)	O	O	NS	O	-	O	O	N	O	N	O	NS	O	NS
Nimmons (2013)	O	O	NS	O	-	O	O	N	O	N	O	NS	O	NS
Penninger (2012)	O	O	NS	NS	-	N	O	N	O	N	O	NS	O	N
Roy (2008)	O	O	NS	O	-	N	O	N	O	N	O	NS	O	NS
Spitzer (2008)	O	O	NS	NS	-	O	O	N	O	N	O	NS	O	NS

O = OUI ; N = Non ; NS = Non Spécifié

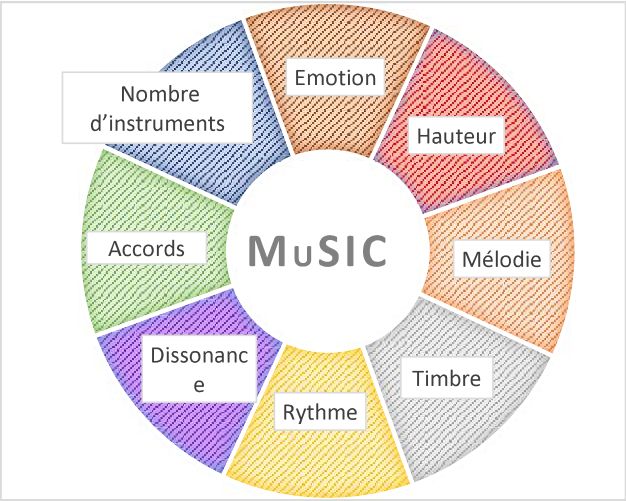
(1) L'hypothèse ou l'objectif de la recherche était-il clairement énoncé ?
(2) La population étudiée était-elle clairement spécifiée et définie ?
(3) Le taux de sujets éligibles était-t-il supérieur à 50% ?
(4) Les sujets étaient-ils tous sélectionnés ou recrutés au sein d'une population identique ou similaire (incluant la même période temporelle) – Les critères d'inclusion et d'exclusion des participants étaient-ils annoncés en amont et appliqués uniformément à tous les participants ?
(5) Une justification de la taille de l'échantillon, une description de la force ou une estimation de la variance et des effets étaient-ils fournis ?
(6) Les expositions antérieures à l'étude susceptibles de faire varier les mesures étaient-elles mesurées et prises en compte pour les analyses ?
(7) La période était-elle suffisante pour raisonnablement espérer observer une association entre l'exposition et les résultats si c'était le cas ?
(8) Pour les expositions qui peuvent varier en quantité ou en degré, l'étude examinait-elle les différents niveaux d'exposition relativement aux résultats (ex : catégories d'exposition, exposition mesurée en tant que variable continue, etc.) ?
(9) Les mesures d'exposition (variables indépendantes) étaient-elles clairement définies, valides, fiables, et exécutées de façon consistante pour tous les participants ?
(10) L'exposition était-elle évaluée plus d'une fois au cours de l'étude ?
(11) Les mesures des résultats (variables dépendantes) étaient-elles clairement définies, valides, fiables et exécutées de façon consistantes pour tous les participants ?
(12) Les évaluateurs des résultats étaient-ils en aveugles quant aux statuts d'exposition des participants ?
(13) Le nombre de « perdus de vus » au cours du suivi était-il inférieur ou égal à 20% ?
(14) Les variables confusionnelles étaient-elles mesurées et ajustées statistiquement

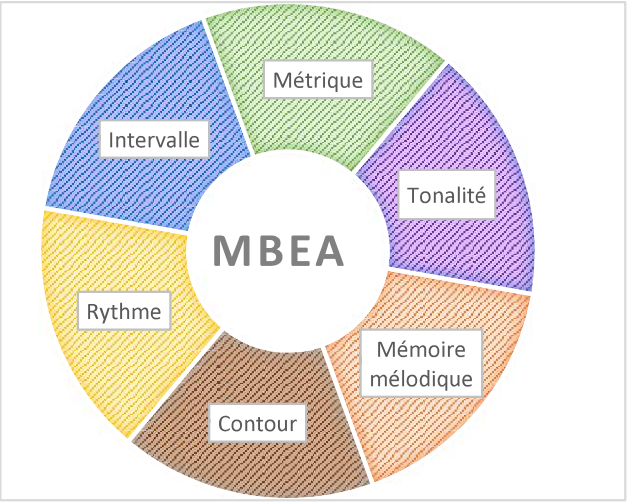
2.2 RESULTATS

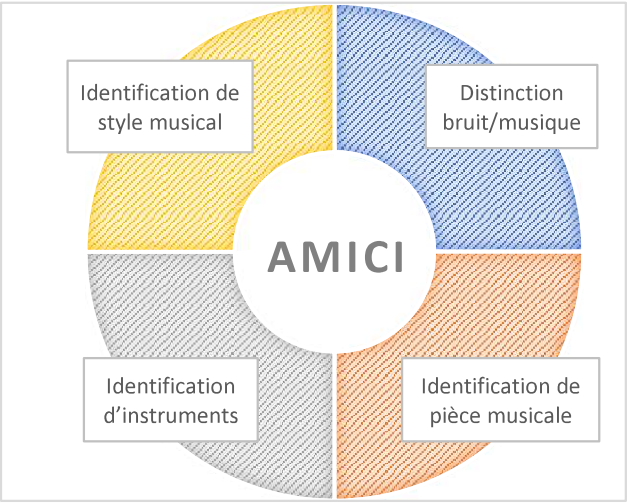
2.2.1 Modalités d'évaluation

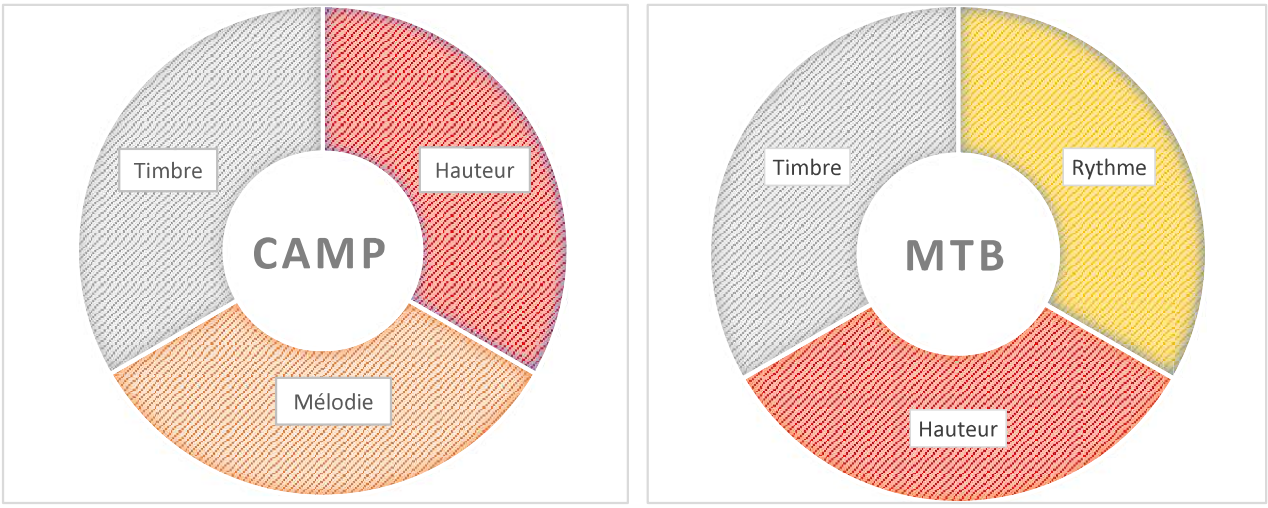
Les batteries de tests présentées, voire validées, au cours de ces études sont les suivantes (Cf. tableau 4) : le CAMP (Clinical Assessment of Music Perception), la MBEA (Montreal Battery for Evaluation of Amusia), le MTB (Musical Test Battery), l'AMICI (Appreciation of Music in Cochlear Implantees), le MuSIC (Musical Sound in Cochlear Implant). Cependant certaines des études analysées n'utilisaient pas de batterie de test spécifique et proposaient leurs propres épreuves, souvent similaires à celles recensées ci-après.

Les batteries d'évaluation étudiées sont composées de diverses épreuves, détaillées dans les graphiques suivants. Certaines tâches se retrouvent communément au sein de ces batteries : une épreuve portant sur le rythme est proposée à la fois au cours de la MBEA, du MuSIC et du MTB. La reconnaissance de timbre est également proposée au sein du MuSIC, du MTB, du CAMP et de l'AMICI. La discrimination de hauteurs est une épreuve du MuSIC, du MTB et du CAMP. Enfin, plusieurs épreuves nécessitent la discrimination ou la reconnaissance de mélodies, on les retrouve dans toutes les batteries à l'exception du MTB. Certaines batteries font également le choix d'approfondir certaines dimensions perceptives telles que la discrimination d'accords, de contour, d'intervalle, de métrique, et de bruit par rapport au son musical. On peut également retrouver une









tâche de perception du nombre d'instruments, de jugement de dissonance ou d'identification du style musical. Enfin, le MuSIC seul propose une tâche de jugement émotionnel.

Voici un court descriptif du contenu des principales épreuves de perception musicale répertoriées dans ces batteries d'évaluation :

2.2.1.1 Mélodie

Diverses tâches sont utilisées pour l'exploration de la perception de la mélodie. Il peut s'agir de tâches de discrimination, pour lesquelles il faut dire si les deux mélodies présentées sont identiques ou non, de mémoire, où l'on demande si les mélodies présentées ont été écoutées ou non au cours des épreuves précédentes, ou de reconnaissance de mélodies prélevées dans des échantillons de musiques considérées comme connues. Au cours de ces épreuves, les niveaux de difficulté peuvent également varier. Le MuSIC propose par exemple une gradation en 7 niveaux de difficulté représentés par des variations allant de deux octaves à un demi-ton.

2.2.1.2 Rythme

L'analyse de la perception du rythme se fonde sur la discrimination entre deux items qui doivent être jugés comme identiques ou non. Il s'agit de deux extraits identiques à l'exception de leurs caractéristiques rythmiques, qui sont alors manipulées, en modifiant par exemple la durée entre deux notes adjacentes dans le cas de la MBEA. Le niveau de difficulté peut être variable au cours d'une même épreuve, comme c'est le cas lors de la passation du MuSIC qui comporte trois niveaux de complexité croissante.

2.2.1.3 Hauteur

La hauteur tonale est analysée en proposant aux participants des notes isolées ou des extraits mélodiques dont il fallait dire s'il s'agissait de notes identiques ou non. Dans un second temps, certaines batteries demandaient alors au participant de préciser si le premier stimulus était plus

aigu que le second ou inversement. La variation de hauteur peut aller de l'octave à un demi-ton, voire un quart de ton selon les extraits et les batteries.

2.2.1.4 Timbre

Avec la mélodie, le timbre est une des caractéristiques perceptives les plus fréquemment explorées au sein de ces études. Il s'agit pour le participant de reconnaître l'instrument entendu lors de l'extrait présenté. Le CAMP et le MuSIC ont par exemple enregistré des instruments seuls jouant sur une mélodie, un tempo et une intensité identique. La majorité des tests illustrent les noms des instruments à désigner par une image, en complément, et proposent la reconnaissance de 5 à 10 instruments différents. Le MTB propose quant à lui une gradation de l'exercice en proposant d'abord les instruments isolément, puis des solos au sein d'un accompagnement musical, jusqu'aux harmoniques plus complexes où le participant doit déterminer s'il s'agit plutôt d'une chorale ou d'un ensemble de jazz par exemple.

D'autres épreuves ont été proposées en marge de ces tests, afin de préciser les résultats obtenus. Il pouvait s'agir d'évaluations auditives telles que la PMMA (Primary Measures of Music Audition), le HHIE (Hearing Handicap Inventory for the Elderly), le PISPL (Performance Inventory for Profound and Severe Hearing Loss), ou encore d'évaluation du langage comme pour le BKB Sentence Test. Des questionnaires et échelles ont pu être proposés au cours des passations, afin de mesurer le degré de familiarité des extraits proposés, la préférence sur le type d'implant, ou d'obtenir des informations sur la pratique musicale antérieure. Il s'agissait alors d'outils validés comme l'IMBQ (Iowa Musical Background Questionnaire) ou le MuMu (Munich Music Questionnaire), ou bien de grilles proposées seulement dans le cadre de l'étude.

On peut noter également l'utilisation de convertisseurs comme le CI-MUSHRA (Multiple Stimulus with Hidden Reference and Anchor) ou d'électrodogramme, afin d'obtenir des données plus objectives de la perception sonore à travers l'implant cochléaire. Les conditions de passation de ces épreuves ainsi que la nature des stimuli sont détaillées dans le tableau 4.

2.2.2 Perception musicale

Les études de cette revue montrent des résultats souvent consistants : sur les douze articles étudiés, au moins quatre d'entre eux permettent la mise en évidence de différences significatives de performances entre un auditeur normo-entendant et un auditeur implanté sur les tâches liées à l'organisation mélodique (discrimination de hauteurs et de mélodie) par rapport à celles mettant en jeu l'aspect temporel des extraits musicaux (Brockmeier et al., 2011; Drennan et al., 2015a; Kang et al., 2009; Looi et al., 2008). Cette prévalence du rythme sur la mélodie est également

vérifiée en comparant les performances des sujets implantés sur ces deux domaines (Cooper, Tobey, & Loizou, 2008; Galvin, Fu, & Nogaki, 2007; Harris et al., 2011). L'aspect spectral de la perception musicale est également affecté : l'identification d'instruments de musique est souvent significativement moins bonne pour les personnes implantées par rapport à des sujets normo-entendants (Brockmeier et al., 2011; Grasmeder & Lutman, 2006; Kang et al., 2009), les instruments à vent étant les moins bien appréhendés au contraire de la batterie ou de la guitare (Grasmeder & Lutman, 2006; Nimmons et al., 2008). Dans tous les cas, qu'il y ait 12 ou 16 canaux ne fait pas varier significativement les performances perceptives (Cooper et al., 2008) et la détérioration des basses fréquences est un élément important lié à la baisse de la qualité sonore perçue par les sujets implantés (Roy, Jiradejvong, Carver, & Limb, 2012).

On peut cependant noter que, sur une épreuve de jugement de dissonance, les auditeurs implantés obtiennent des résultats similaires à ceux des sujets normo-entendants (Brockmeier et al., 2011). L'identification de mélodies familières est facilitée par la conservation d'indices rythmiques (Galvin et al., 2007) et les sons polyphoniques peuvent représenter une aide pour le patient implanté dans la perception musicale si les modulations de fréquence concurrentes sont traitées spécifiquement sur différentes électrodes (Penninger, Limb, Vermeire, Leman, & Dhooge, 2013). Si l'on compare les performances de sujets appareillés et implantés, on observe des réponses similaires aux épreuves de rythme et de reconnaissance d'instruments. En revanche, la discrimination de hauteurs tonales met significativement plus en difficulté les personnes implantées par rapport aux porteurs de prothèses auditives, quelle que soit la taille des intervalles. Le tableau 5 répertorie les résultats observés à l'issue de chaque étude.

2.2.3 Appréciation musicale

Parmi l'ensemble des études de la revue, quatre proposent aux participants de remplir des questionnaires concernant leur relation à la musique (Brockmeier et al., 2011; Drennan et al., 2015b; Harris et al., 2011; Looi et al., 2008), dont deux concernent plus principalement leurs habitudes d'écoute. Seules deux études ont donc pris en compte le plaisir de l'écoute musicale en tant que tel, et dont on peut retenir que cette satisfaction peut varier selon le processeur utilisé (Harris et al., 2011), et que l'acuité de la perception musicale y est faiblement corrélée (Drennan et al., 2015a). Par ailleurs, si l'entraînement musical antérieur n'a que peu d'effet sur les performances de discrimination de timbre et de hauteur, la précocité de l'implantation et le temps d'écoute après implantation impactent positivement les capacités d'acuité et d'appréciation musicale (Drennan et al., 2015a).

Tableau 3 : Caractéristiques des participants malentendants

Premier nom des auteurs	Etiologie	Modalité d'implantation	Modalité de comparaison	Modèle d'appareil	Durée d'utilisation (en années)	Expérience musicale antérieure	Stratégie de codage
Brockmeier	NS	Unilatéral	IC // NE	MED-EL COMBI 40+ PULSARCI100	0.5 - 7.3	Non	CIS
Cooper	Otosclérose Héréditaire Maladie de Ménière Inconnu	NS	IC // NE	Nucleus 22 Clarion CII Clarion CS	4 – 25	Oui (5/12)	NS
Drennan	NS	NS	IC seuls	Advanced Bionics Cochlear	0.5 - 22	Oui	NS
Galvin	Génétique, Héréditaire, Congénital, Rubéole, Traumatique, Exposition au bruit, Inconnu	NS	IC // NE	MedEL CII N22 N24	2 – 15	Non	CIS+ HiRes SPEAK ACE
Grasmeder	NS	NS	IC // NE	Nucleus 22 Nucleus 24	NS	Non	SPEAK ACE
Harris	LVAS Ménière Congénital progressif USHER	Bilatéral	IC seuls	IC24R Sonata TI	1 – 7	NS	Opus 2

Kang	Génétique Traumatique Exposition au bruit Médicaments ototoxiques Otosclérose Radiothérapie Méningite et autres infections		Unilatéral et bilatéral	IC // NE	CI24R(CS) CI22 CI24M Nucleus Freedom HiRes 90k Clarion CII Med-EL Combi 40+		0 – 15	Oui (peu)	NS
Looi	IC : Congénital progressif, Méningite, Otosclérose Rubéole, Traumatique	AC : Congénital progressif Viral Infectieux Méningite Otosclérose Ménière Exposition au bruit	IC : Unilatéral AC : Unilatéral et bilatéral	IC / AC // NE	CI24 CI22	Phonak Supero / Perseo / Sonoforte2 GN Resound Canta7 Bernafon PB675 Oticon Digifocus II Siemens Music Pro	IC : 1.4 -25 AC : 8-41	Oui (6/15, IC– 6/15, AC)	SPEAK ACE
Nimmons	Otosclérose, Traumatique, Congénital, Infectieux, Idiopathique Inconnu		NS	IC seuls	IC- CII CI24R – CI24M HiRes 90K Combi40+		0,5 – 6	NS	ACE CIS HiRes-P
Penninger	NS		Unilatéral	IC // NE	Nucleus		0.5 – 5	NS	ACE MP 3000
Roy	Maladie auto-immune, Méningite, Héréditaire, Radiothérapie Idiopathique		NS	IC // NE	HiRes 90K Combi40+ Clarion C2 Sonata Nucleus 22 Nucleus 24		1 – 13	Non	NS
Spitzer	Auto-immune Maladie de Ménière Surdité sensori-neurale Inconnu		Unilatéral et bilatéral	IC seuls	Nucleus 24 Bionics 90K CII Med-El		NS	NS	HiRes-S HiRes-P ACE SPEAK CIS

Tableau 4 : paramètres et mesure des résultats des études incluses

Premier nom des auteurs	Caractéristiques des extraits musicaux	Réglages		Paramètres mesurés	Batterie de test utilisée	Modalité de réponse	Durée de passation
Brockmeier	2800 extraits enregistrés à la Royal Scottish Academy of Music and Drama par des musiciens professionnels jouant sur des instruments naturels	Ecouteurs SenNEeiser HD 570 ; diffusion dans une pièce calme ; ajustements individuels autonomes à un niveau sonore confortable		Discrimination rythmique Discrimination de la hauteur Discrimination mélodique Discrimination d'accords Détection d'instruments Identification d'instruments Evaluation de la dissonance Evaluation de l'émotion	Musical Sound in Cochlear Implant (MuSIC) Munich Music Questionnaire (MuMu)	NS	90 min IC, moins de 70min NE
Cooper	31 mélodies composées selon les *gammes occidentales,* entre 5 et 21 notes, durée moyenne d'un extrait : 5 secondes	IC : ~ 65 dB SPL Cabine audiométrique à double paroi (Acoustic Systems, Inc).	NE : Assis à table Ecouteurs Sony MDRCD280 Traitement du son simulant la perception à travers l'IC	Echelle de tonalité Contour Intervalle Rythme Métrique Mémoire mélodique	Montreal Battery for Evaluation of Amusia (MBEA)	Papier	90 min (MBEA : 60 min)
Drennan	Hauteur : Harmoniques complexes avec multiples sinusoïdes et enveloppe temporale synthétique et fixe, proche de celle du piano. Durée des extraits : 760 ms. 3 fréquences fondamentales : 262, 330, 391 Hz Mélodie : 12 mélodies familières pour une population américaine Timbre : 8 enregistrements instrumentaux : piano, violon, violoncelle, guitare acoustique, trompette, flûte, clarinette, et saxophone. Les musiciens produisent un pattern mélodique standardisé.	65 dBA Cabine audiométrique Haut-parleur remplissant les critères audiométriques de l'American National Standards Institute (ANSI)		Discrimination et direction de hauteurs Reconnaissance de mélodies Reconnaissance du timbre	Iowa Musical Background Questionnaire (IMBQ) Clinical Assessment of Music Perception (CAMP)	Informatique	35 min

Galvin	Contour mélodique : 135 items composés de 9 patterns à 5 notes de 220 à 2794 Hz, 1450 ms. FMI : 12 mélodies familières (avec et sans indices rythmiques) de 415 à 1047 Hz.	70 dBA Champ libre en cabine audiométrique Assis face au haut-parleur (Tannoy Reveal)	Contour mélodique Identification de mélodies familières (FMI)	-	Informatique	30 min
Grasmeder	10 extraits de sons d'instruments synthétisés par le logiciel Cubasis VST et une carte son Creative Extigy. Pour la batterie et les cymbales, séquence rythmique seule.	NS	Reconnaissance instrumentale (timbre)	MuMu Electrodogramme (équivalent à un spectrogramme adapté à l'IC)	Papier	NS
Harris	Hauteur : notes de piano Mélodie, accords, rythme : extraits de courtes mélodies appariées (avec ou sans subtiles modifications de rythme ou de hauteur) Timbre : xylophone, flûte, harpe, cor, saxophone alto, orgue, violoncelle, guitare, piano	NS	Hauteur Mélodie Accords Rythme Reconnaissance d'objet musical Identification du nombre d'instruments	Mu.S.I.C. MuMu Échelle Visuelle Analogique (« *Rôle de la musique dans votre vie* ») Questionnaire de préférence par modèle d'implant. BKB sentence test	NS	NS
Kang	Hauteur : Notes de piano, différences de 1 à 12 demi-tons Reconnaissance : 12 mélodies connues Timbre : 8 instruments (piano, guitare, violon, violoncelle, trompette, flûte, clarinette, saxophone), jouant la même succession de 5 notes	65 dBA Cabine audiométrique Champ libre Sujets assis à 1m du haut-parleur	Discrimination et direction de hauteurs Reconnaissance de mélodies, Reconnaissance du timbre	CAMP Hearing Handicap Inventory for the Elderly (HHIE) Performance Inventory for Profound and Severe Hearing Loss (PIPSL) Echelle de familiarité des mélodies	Informatique	37 min en moyenne (CI)

Looi	Rythme : 38 paires d'extraits sonores Hauteur : /i/ et /a/ ascendants et descendants enregistrés par des chanteurs professionnels (homme et femme) Timbre : 48 extraits issus de CD musicaux. 5 secondes. Piano, guitare, grosse caisse, batterie, xylophone, violon, violoncelle, trompette basse, flute, clarinette, chanteur, chanteuse Instruments seuls / Instruments avec accompagnement / Ensemble d'instruments	IC : NS NE: écouteurs Etymotic ER4B	Rythme Hauteur Timbre	Music Test Battery (MTB) Subtest rythme issu du Primary Measures of Music Audiation (PMMA) Questionnaire sur la pratique musicale	Oral	3h (segmenté en 2 à 3 sessions)
Nimmons	Hauteur : Harmoniques complexes avec multiples sinusoïdes et enveloppe temporale synthétique et fixe, proche du piano. Durée des extraits : 760 ms. Fréquences fondamentales : 262, 330, 391 Hz Mélodie : 12 mélodies familières pour une population américaine Timbre : 8 enregistrements : piano, violon, violoncelle, guitare acoustique, trompette, flûte, clarinette, et saxophone. Les musiciens produisent un pattern mélodique standardisé.	Champ libre Cabine audiométrique Haut-parleur B&W DM303 65 dBA Ajustement manuel individuel à un niveau confortable.	Discrimination de hauteurs et perception de la direction (ascendant-descendant) Reconnaissance de mélodies Reconnaissance du timbre	CAMP	Informatique	45 min
Penninger	Trains pulsés biphasiques, 2.5 secondes. -Stimuli avec une fréquence modulée appliquée sur une électrode basale, moyenne et apicale. -Stimuli avec 2 fréquences modulées appliquées sur une combinaison d'électrodes apicales et basales ou moyennes. -Stimuli avec 2 fréquences modulées envoyées en même temps sur une électrode apicale seule.	Stimulation électrique directe.	Perception de sons simultanés	-	NS	NS
Roy	25 extraits musicaux de 5 secondes, familiers et non-familiers, issus des genres suivants : classique, country, hip-hop, jazz, et rock. 7 versions de chaque stimulus musical sont créées : 1 version de référence (non modifiée), 5 versions avec filtre high pass cutoff (200-, 400-, 600-, 800-, and 1,000-Hz), et une version filtrée sur bande passante « anchor » (1,000Y1,200 Hz)	70 dB Cabine audiométrique Haut-parleur face au sujet Boules Quiès pour les deux oreilles limitant l'audition résiduelle éventuelle.	Détection de différence de la qualité du son parmi une série de versions acoustiquement manipulées.	Multiple Stimulus with Hidden Reference and Anchor (CI-MUSHRA)	Informatique	1h

Spitzer	Extraits calibrés à 1000 Hz de 20 à 30 secondes. Distinction bruit/musique : 25 extraits Identification de timbre : 30 extraits de trompette, piano, flûte, drums/tympani, tuba, guitare, violon, chanteur ou chanteuse. Identification du style musical : 25 extraits de musique classique, Latine, country et western, jazz, rockn'roll/pop Identification de pièce musicale : 20 extraits de musique populaire et de musique classique	60dB Cabine audiométrique Haut-parleur à 3-4m en face Ecoute des stimuli joués sur CD et présentés via un audiomètre clinique Grason-Stadler GSI61 pour calibrer les haut-parleurs.	Distinction bruit/musique Identification d'instruments Identification du style musical Identification de pièce musicale	Appreciation of Music in Cochlear Implantees (AMICI)	Papier	30 min

Tableau 5 : Synthèse des résultats des études

Premier nom des auteurs	Résultats de l'étude
Brockmeier	- IC et NE montrent des réponses différentes sur les épreuves de discrimination des hauteurs, des mélodies, des accords, la détection et l'identification des instruments. Les performances étaient similaires lors des épreuves de discrimination de rythme, d'évaluation de la dissonance et de l'émotion. - L'étude ne montre pas de corrélation entre l'âge et les résultats, ni avec la durée d'implantation ou sa précocité. Pour les normo-entendants, les résultats étaient corrélés à l'expérience d'un instrument (mais non du chant ou de la seule écoute musicale), de même pour les implantés mais seulement pour la détection d'instrument. - Enfin, la performance d'un normo-entendant sur un item était prédictive des performances sur les autres subtests, ce qui n'est pas le cas pour la population implantée. - La batterie du MuSIC s'avère un outil fiable pour évaluer la perception musicale chez les patients implantés et la population normo-entendante, qu'il s'agisse d'une analyse fine ou globale.
Cooper	- IC et NE ont de meilleurs résultats pour les tests basés sur l'aspect temporel (rythme et métrie) que ceux basés sur l'aspect tonal (contour, intervalle, échelle de tonalité). - Les performances lors de la tâche de mémoire mélodique étaient, chez les patients implantés, significativement meilleures que lors de l'épreuve de tonalité et significativement inférieures aux résultats obtenus sur les épreuves basées sur le rythme. - Pour la condition de test des NE, la simulation d'une écoute via l'implant révèle un faible effet du nombre de canaux sur les épreuves tonales, voire un effet nul sur les tests basés sur le rythme. 16 canaux ne permettent pas de meilleures performances que lorsqu'il y en a 12. - Le meilleur score pour les NE correspondait à l'évaluation du contour mélodique avec un son filtré par 12 canaux, le moins bon était sur l'épreuve d'intervalles avec un son filtré par 4 canaux.

Drennan	CAMP : les auteurs obtiennent des résultats consistants par rapport aux études précédentes, ce qui confirme la fiabilité des épreuves du test. IMBQ : l'étude montre une faible relation entre l'entraînement musical et les performances sur l'analyse de timbre et de hauteur. Le temps d'écoute musicale après implantation serait en revanche corrélé aux performances d'acuité et d'appréciation musicale. Les sujets implantés plus tôt avaient également de meilleurs résultats pour la perception de timbres. L'acuité de la perception musicale était cependant faiblement liée à l'appréciation de la musique, ce qui suggère une relative indépendance de ces deux facteurs pour les sujets implantés.
Galvin	- L'étude relève une grande inter-variabilité des résultats quant à la reconnaissance des contours mélodiques chez les sujets IC. - L'augmentation de l'intervalle entre chaque demi-ton améliore les performances dans tous les cas. Cette épreuve est corrélée à celle de reconnaissance de voyelles. - L'épreuve d'identification de mélodies familières souligne une meilleure reconnaissance lorsque les indices rythmiques sont conservés (la moyenne de réussite passant de 58% à 29% dans ce cas). Elle n'est pas corrélée à cette de reconnaissance de phonèmes.
Grasmeder	- Les sujets IC ont plus de difficultés dans l'identification d'instruments que la population NE, et le ressentent également. Si la moitié des sujets peut identifier le piano, la guitare et la batterie, moins de 20% d'entre eux peut également identifier la clarinette, le tuba et le saxophone. - L'étude suggère également que la batterie est significativement plus facilement reconnaissable que le piano. - Pour ce qui concerne la population NE, seuls le tuba et la clarinette sont plus difficile à identifier.
Harris	Pour tous les tests objectifs de discrimination musicale (hauteur, tonalité, mélodie, rythme, accords, nombre et nature des instruments) et de perception de la parole, aucune différence significative n'est reportée entre l'utilisation d'un implant Med-L ou Cochlear. Sur l'évaluation subjective, 4 des 5 sujets trouvent leur implant Med-L plus appréciable pour l'écoute musicale.
Kang	- Les sujets implantés ont pu discriminer des variations de hauteur de 1 à 8.0 demi-tons (en moyenne, le seuil de discrimination était de 3 demi-tons). - La reconnaissance de mélodie montre des résultats hétérogènes (de 0 à 94% de bonnes réponses, 21% en moyenne) mais s'avère moins aisée que celle du timbre (45% de bonnes réponses en moyenne). L'expérience musicale antérieure est significativement corrélée à la reconnaissance mélodique. - La corrélation de chaque sub-test avec l'épreuve de reconnaissance de mots et des seuils de reconnaissance est modérée. - Les participants NE obtiennent de meilleurs résultats, le seuil moyen de discrimination de hauteurs tonales est de 1.0 demi-tons, la reconnaissance de mélodie est réussie en moyenne dans 87.5% des cas, celle du timbre dans 94.2%. - La batterie du CAMP permet de discriminer les capacités perceptives chez les utilisateurs d'implant cochléaire lors de l'écoute de la musique.

Looi	- L'étude ne relève pas de différence significative entre le groupe implanté et le groupe appareillé sur l'épreuve de rythme. - Il en va de même pour la reconnaissance d'instruments, où les deux groupes montrent de meilleures performances lorsque l'instrument est isolé. - Le test de hauteur tonale montre une différence significative en faveur des sujets appareillés, quelle que soit la taille des intervalles. - De même, les participants appareillés donnent plus de réponses correctes en reconnaissance de mélodies (52%) que les participants implantés (91%). - L'âge et l'expérience musicale antérieure n'étaient pas significativement corrélés aux performances enregistrées.
Nimmons	- Chez les sujets implantés, le seuil de discrimination de hauteur tonale variait de 1 à 9.1 demi-tons à 185Hz, 11.5 demi-tons à 262Hz, 9.0 demi-tons à 330Hz, et 6.5 demi-tons à 394 Hz. - L'identification de mélodies était réussie dans 23% des cas en moyenne (les scores allant de 6% à 81%). - L'analyse du timbre était possible dans 49% des cas en moyenne, la guitare étant le plus facilement identifié, la flute étant la plus difficile à reconnaître, et les difficultés portant majoritairement sur les instruments à vent. - Le seuil de discrimination de hauteur était corrélé aux résultats obtenus dans les autres épreuves.
Penninger	- Les participants ont pu identifier le nombre de modulation de fréquence la plupart du temps. - Pour la condition où une seule modulation était présentée, les performances étaient meilleures pour les électrodes apicales et moyennes, suivies de l'électrode basale. - Lorsque deux modulations étaient présentées, les meilleurs résultats étaient obtenus avec les combinaisons d'électrodes apicales et basales, puis par les électrodes apicales et moyennes, les plus mauvais résultats étant enregistrés lors de l'utilisation d'une électrode apicale seule.
Roy	- Les sujets implantés ont montré plus de difficultés à discriminer la qualité des sons en général en fonction de leur perte sur les basses fréquences. - En effet, la corrélation entre le contenu en fréquences basses et la notation de la qualité sonore est forte. - Les participants IC ne perçoivent pas de différence de qualité sonore pour les stimuli dont les fréquences allaient au-delà de 400Hz. - La détérioration des fréquences basses contribue ainsi à la dégradation de la qualité du son lors de l'écoute de la musique pour les personnes implantées.
Spitzer	- L'échantillon entier a pu répondre aux 4 niveaux de la batterie AMICI. - La discrimination de la musique et du bruit n'a pas posé de problème, ce qui suggère que la musique n'est pas perçue de la même façon que le bruit. - Les performances lors de la tâche d'identification d'instruments allaient de 30% à 100%, celles de l'identification du style musical, de 32% à 100%, et celles de l'identification d'une pièce musicale allaient de 5 à 65%.

2.3 DISCUSSION

Cette revue de la littérature nous montre, outre le fait que les patients implantés ou appareillés apprécient l'écoute musicale, que cette appréciation est augmentée par la présence d'indices temporels saillants tels qu'un tempo rapide ou des instruments à percussion (Cooper et al., 2008). Les caractéristiques spectrales restent souvent difficiles à percevoir avec l'implant, de même que le contenu mélodique et les hauteurs. D'autres variables peuvent affecter l'appréciation musicale, mais les études de cette revue montrent toutes une absence de différence significative sur ces paramètres, qui sont par exemple l'entraînement musical antérieur, l'âge de la survenue de la surdité... En revanche, les effets d'une audition résiduelle sur la perception et l'appréciation de la musique ont été peu pris en compte.

Les études étaient principalement basées sur la passation d'épreuves tirées d'une batterie d'évaluation. Concernant les outils d'évaluation, parmi les 12 articles passés en revue, 6 d'entre eux proposent une tâche de discrimination de hauteurs, 4 proposent une tâche de discrimination de rythmes, 2 proposent une tâche de discrimination du contour mélodique et 2 proposent une tâche de discrimination de mélodies. On ne répertorie qu'une tâche de discrimination de la métrique, une tâche de discrimination de la tonalité, une tâche de discrimination de l'intervalle et une tâche de discrimination d'accords. Sur les épreuves d'identification, on recense 8 épreuves d'identification d'instruments (c'est-à-dire de reconnaissance du timbre), 6 épreuves d'identification de mélodie et 3 épreuves d'identification de direction de hauteur. Seule une étude demande l'identification du style musical. Quelques études présentent des tâches de jugement, l'une porte sur le jugement de dissonance et le jugement émotionnel, l'autre porte sur le jugement de qualité sonore. Enfin des épreuves de détection étaient également soumises, là encore au cours de différentes études. On peut retrouver une tâche de détection de nature du signal (bruit ou musique), une tâche de détection du nombre d'instruments se retrouve dans deux études distinctes, et une dernière porte sur la détection de sons simultanés.

Les épreuves les plus communément utilisées sont donc la discrimination de hauteurs et de rythmes, ainsi que l'identification du timbre et de la mélodie, comme on peut le constater sur le support graphique suivant.

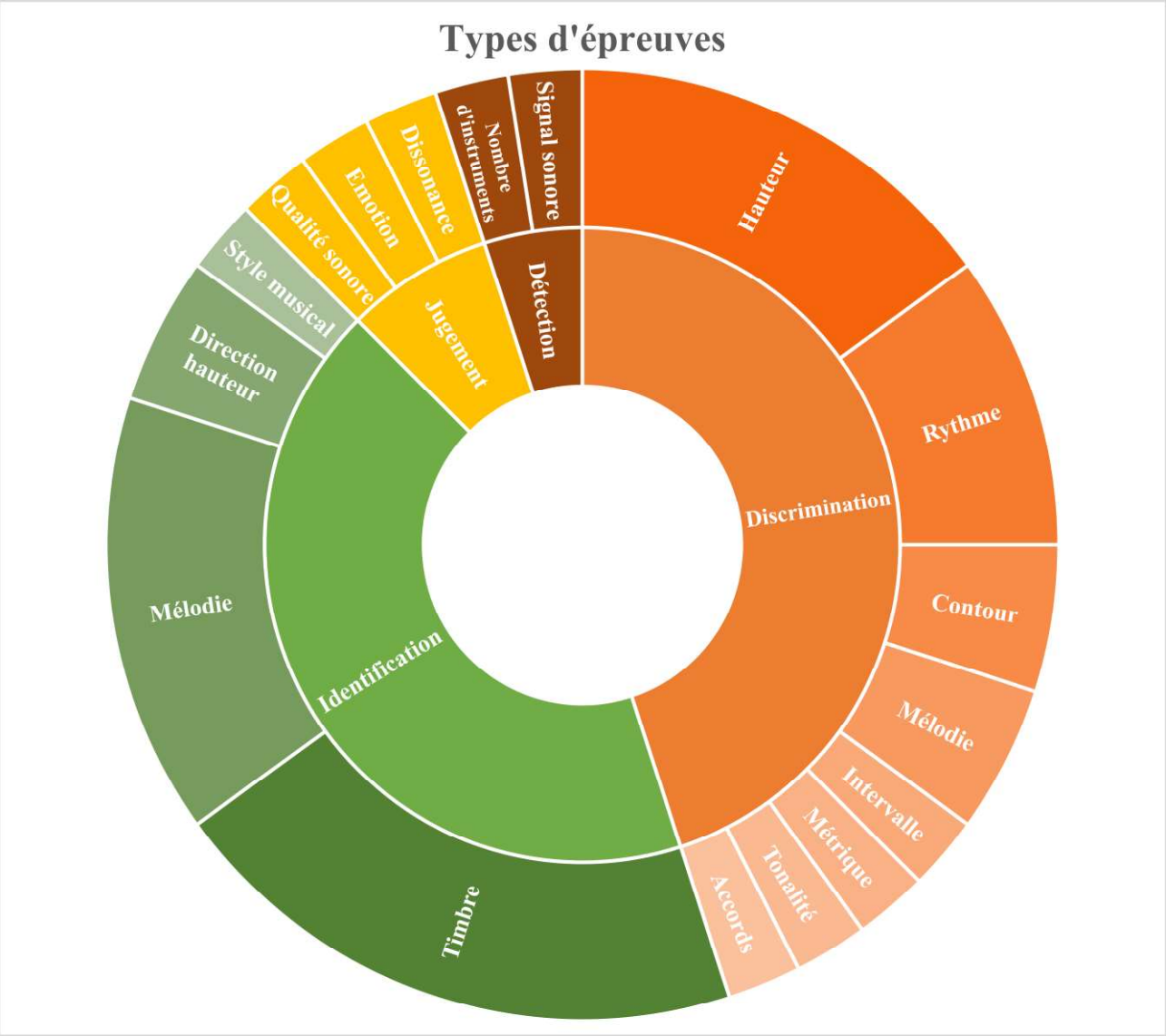


Figure 6 : Répertoire des épreuves et des tâches de perception musicale figurant dans la littérature, en fonction de leur récurrence parmi les articles étudiés dans la présente revue.

L'une des principales limites de cette revue systématique consiste en l'hétérogénéité des données collectée. Concernant la passation par exemple, la majorité des épreuves se déroulaient en cabine audiométrique en champ libre, mais certaines proposaient plutôt des écouteurs, et une autre utilisait la stimulation directe de l'implant. Les cohortes présentaient des caractéristiques diverses, mêlant implant unilatéral, controlatéral. La présence d'un groupe contrôle normo-entendant n'était pas systématique, et des sujets appareillés pouvaient également faire partie des cohortes. En outre, la plupart de ces études ne précisent pas comment était traitée l'oreille controlatérale en cas d'implantation sur une oreille seule : elle pouvait être appareillée ou obstruée par une protection auditive... De plus, certaines batteries proposent des épreuves de reconnaissance mélodique en proposant des items ethnocentrés avec beaucoup d'extraits issus de la culture américaine ou de la musique classique occidentale, ce qui représente un réel biais

de contrôle. Au-delà du matériel et de la population, ces études avaient également des objectifs variés : cinq avaient pour but de valider leur protocole de test, six autres tendaient à objectiver et préciser la nature des difficultés spécifiques à l'implant dans le cadre de l'écoute musicale, et une étude visait à comparer la qualité de l'écoute musicale entre deux types de processeurs provenant de fournisseurs différents.

Outre l'hétérogénéité de ces travaux, le manque de publications sur ce sujet rend également l'analyse des données difficile. On recense au final assez peu de travaux conduits dans le domaine de la perception musicale en contexte de surdité, il existe donc peu d'outils d'évaluation validés dont peuvent se saisir les professionnels en dehors du cadre des investigations à des fins de recherche.

Enfin, réussir des tâches de perception ne présume en rien du degré de satisfaction lors de l'écoute. Et pour ce qui concerne l'émotion musicale, l'absence d'échelle standardisée évaluant cette composante parmi les patients adultes implantés rend ces données difficiles à interpréter. Dans le cadre de cette revue de la littérature, on ne trouve qu'une épreuve liée à l'émotion musicale : la batterie du MuSIC propose une épreuve de jugement émotionnel, au cours de laquelle le participant juge du degré de joie ou de tristesse de l'extrait sur une échelle de 1 à 10. Cette tâche est assez restrictive en termes de palette émotionnelle. La formulation de la consigne peut d'ailleurs faire hésiter les participants entre l'évaluation de leur ressenti ou de l'émotion que semble traduire l'extrait musical, qui peuvent être deux éléments distincts. D'autres études seraient nécessaires pour développer et valider des outils de mesure et d'évaluation de l'émotion induite ou perçue à l'écoute de la musique. Cela serait utile pour tempérer les attentes des patients avant l'implantation, pour travailler sur la réhabilitation auditive, mais également pour faciliter les échanges entre cliniciens et guider de futures études sur le sujet.

Dans une perspective clinique, les batteries présentées dans cette revue de la littérature ont l'intérêt d'exister, et de proposer des pistes dans l'évaluation et la prise en charge dans ce domaine. Ces protocoles ne sont cependant pas toujours accessibles, soit parce qu'ils sont coûteux, soit parce que leurs passations requièrent du matériel spécifique et nécessitent des temps de passations notables. On peut donc considérer que ces batteries conçues pour des études sont idéales dans ce cadre, moins dans celui de l'exercice clinique.

L'application de ces batteries à un contexte de vie réelle et quotidienne est difficile à l'heure actuelle : les extraits proposés étaient sélectionnés selon certains critères et les conditions d'écoute étaient également assez éloignées des conditions d'écoute habituelles des patients. Des données récentes suggèrent de simplifier le contenu musical afin d'améliorer son appréciation (Gajęcki & Nogueira, 2018; Nogueira, Nagathil, & Martin, 2019), ou de mettre plus en relief les indices linguistiques et vocaux (Kohlberg, Mancuso, Chari, & Lalwani, 2015) qui facilitent sa perception.

3 CONCLUSION

Dans les directions futures que prendront les études sur le sujet de l'écoute musicale à travers un implant cochléaire, il semble indispensable d'uniformiser les outils et leurs passations. Au-delà de la perception musicale, la question de son appréciation reste encore peu explorée. Et au-delà des questions de perceptions acoustiques, une échelle de perception de l'émotion, normée et standardisée pour des patients malentendants implantés ou appareillés, serait profitable à l'amélioration des connaissances actuelles. Pour le moment, il existe quelques ébauches d'outils dans ce domaine, mais ces dernières ne sont pas encore adaptées à un usage scientifique ou clinique.

Les études sur les effets d'une prise en charge spécifique de la perception musicale présentent des résultats prometteurs : que ce soit dans le but d'améliorer globalement les compétences langagières et musicales (Petersen, Mortensen, Gjedde, & Vuust, 2009) ou des domaines spécifiques comme la reconnaissance d'instruments de musique (Driscoll, Oleson, Jiang, & Gfeller, 2009) ou de mélodies (Falcón-González, Borkoski-Barreiro, Limiñana-Cañal, & Ramos-Macías, 2014), il semble que la prise en charge musicale ait des répercussions significatives sur les compétences travaillées mais également sur d'autres versants comme la confiance en soi et les capacités d'écoute au quotidien (Hutter, Argstatter, Grapp, & Plinkert, 2015). Et en amont de tels programmes de réhabilitation, un certain nombre de facteurs peuvent déjà contribuer précocement à l'amélioration de l'écoute musicale (Plant, 2015) comme l'accès audio-visuel, l'écoute de musiques connues, ou l'utilisation d'arrangements simples.

4 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ambert-Dahan, E. (2014). Perception des émotions non verbales dans la musique, les voix et les visages chez les adultes implantés cochléaires présentant une surdité évolutive.

Ambert-Dahan, E., Giraud, A.-L., Sterkers, O., & Samson, S. (2015). Judgment of musical emotions after cochlear implantation in adults with progressive deafness. Frontiers in Psychology, 6.

Barthet, M., Fazekas, G., & Sandler, M. (2012). Multidisciplinary Perspectives on Music Emotion Recognition : Implications for Content and Context-Based Models. 16.

Benardeau, T., & Pineau, M. (2016). La musique : retenir l'essentiel. Paris : Nathan.

Bernard, J. (2017). La concurrence des sentiments : une sociologie des émotions. Paris : Éditions Métailié.

Bigand, E., Habib, M., & Brun, V. (2012). Musique et cerveau : nouveaux concepts, nouvelles applications. Montpellier : Sauramps médical.

Bouccara, D., Mosnier, I., Bernardeschi, D., Ferrary, E., & Sterkers, O. (2012). Implants cochléaires chez l'adulte. La Revue de Médecine Interne, 33(3), 143‑149.

Bravo, F., Cross, I., Hawkins, S., Gonzalez, N., Docampo, J., Bruno, C., & Stamatakis, E. A. (2017). Neural mechanisms underlying valence inferences to sound: The role of the right angular gyrus. Neuropsychologia, 102, 144‑162.

Brockmeier, S. J., Fitzgerald, D., Searle, O., Fitzgerald, H., Grasmeder, M., Hilbig, S., … Arnold, W. (2011). The MuSIC perception test: A novel battery for testing music perception of cochlear implant users. Cochlear Implants International, 12(1), 10‑20.

Chasin, M., & Hockley, N. S. (2014). Some characteristics of amplified music through hearing aids. Hearing Research, 308, 2‑12.

Chouard, C.-H. (2009). L'oreille musicienne : les chemins de la musique de l'oreille au cerveau. Paris : Gallimard.

Cioffi-Revilla, C. (2014). Introduction to Computational Social Science.

CISIC (2013). « L'implant cochléaire au quotidien » (p. 73).

Cooper, W. B., Tobey, E., & Loizou, P. C. (2008). Music Perception by Cochlear Implant and Normal Hearing Listeners as Measured by the Montreal Battery for Evaluation of Amusia: Ear and Hearing, 29(4), 618‑626.

Cowen, A. S., & Keltner, D. (2017). Self-report captures 27 distinct categories of emotion bridged by continuous gradients. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(38), E7900‑E7909.

d'Alessandro, C. (2006). 2. Analyse des différents stimuli auditifs : musique, langage et bruit. In B. Lechevalier, H. Platel, & F. Eustache, Le cerveau musicien (p. 33).

Damasio, A. R. (2005). Descartes' error: emotion, reason, and the human brain. London : Penguin.

Damasio, A. R. (2017). L'ordre étrange des choses : la vie, les émotions et la fabrique de la culture. Paris : O. Jacob.

Dehaene, S., Petit, C., Arom, S., & Collège de France (Éd.). (2009). Parole et musique: aux origines du dialogue humain: colloque annuel 2008. Paris: Jacob.

Drennan, W. R. (2008). Music perception in cochlear implant users and its relationship with psychophysical capabilities. The Journal of Rehabilitation Research and Development, 45(5), 779‑790.

Drennan, W. R., Oleson, J. J., Gfeller, K., Crosson, J., Driscoll, V. D., Won, J. H., … Rubinstein, J. T. (2015a). Clinical evaluation of music perception, appraisal and experience in cochlear implant users. International Journal of Audiology, 54(2), 114‑

Drennan, Ward. R., Oleson, J. J., Gfeller, K., Crosson, J., Driscoll, V. D., Won, J. H., … Rubinstein, J. T. (2015b). Clinical evaluation of music perception, appraisal and experience in cochlear implant users. International Journal of Audiology, 54(2), 114‑123.

Driscoll, V. D., Oleson, J., Jiang, D., & Gfeller, K. (2009). Effects of Training on Recognition of Musical Instruments Presented through Cochlear Implant Simulations. Journal of the American Academy of Audiology, 20(1), 71‑82.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. Journal of Personality and Social Psychology, 17(2), 124‑129.

Falcón-González, J. C., Borkoski-Barreiro, S., Limiñana-Cañal, J. M., & Ramos-Macías, A. (2014). Recognition of music and melody in patients with cochlear implants, using a new programming approach for frequency assignment. Acta Otorrinolaringologica Espanola, 65(5), 289‑296.

Fauvel, B., Groussard, M., Eustache, F., Desgranges, B., & Platel, H. (2013). Neural implementation of musical expertise and cognitive transfers: could they be promising in the framework of normal cognitive aging? Frontiers in Human Neuroscience, 7.

Fétis, F. J. (1837). Biographie universelle des musiciens et bibliographie générale de la musique.

Gajęcki, T., & Nogueira, W. (2018). Deep learning models to remix music for cochlear implant users. The Journal of the Acoustical Society of America, 143(6), 3602‑3615.

Galvin, J. J., Fu, Q.-J., & Nogaki, G. (2007). Melodic Contour Identification by Cochlear Implant Listeners: Ear and Hearing, 28(3), 302‑319.

Gfeller, K., Witt, S., Adamek, M., Mehr, M., Rogers, J., Stordahl, J., & Ringgenberg, S. (2002). Effects of training on timbre recognition and appraisal by postlingually deafened cochlear implant recipients. Journal of the American Academy of Audiology, 13(3), 132 ‑145.

Gordon, R. L., Jacobs, M. S., Schuele, C. M., & McAuley, J. D. (2015). Perspectives on the rhythm-grammar link and its implications for typical and atypical language development: Rhythm, grammar, and language development. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 16‑25.

Gosselin, N., Peretz, I., Clément, J., & Dalla Bella, S. (2006). 6. Comment le cerveau reconnaît-il la musique ? In B. Lechevalier, H. Platel, & F. Eustache, Le cerveau musicien (p. 91).

Grasmeder, M. L., & Lutman, M. E. (2006). The identification of musical instruments through nucleus cochlear implants. Cochlear Implants International, 7(3), 148‑158.

Groussard, M., Mauger, C., & Platel, H. (2013). Musical long-term memory throughout the progression of Alzheimer disease. Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Viellissement, (1), 99–109.

Haeusler, L. (2014). Étude quantitative sur le handicap auditif à partir de l'enquête « Handicap-santé » (Nº 131; p. 156). Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques DREES Ministère des finances et des comptes publics, Ministère des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes, ministère du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social.

Harris, R. L., Gibson, W. P. R., Johnson, M., Brew, J., Bray, M., & Psarros, C. (2011). Intra-individual assessment of speech and music perception in cochlear implant users with contralateral Cochlear™ and MED-EL™ systems. Acta Oto-Laryngologica, 131(12), 1270‑1278.

Hutter, E., Argstatter, H., Grapp, M., & Plinkert, P. K. (2015). Music therapy as specific and complementary training for adults after cochlear implantation: A pilot study. Cochlear Implants International, 16(sup3), S13‑S21.

Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (Éd.). (2001). Music and emotion: theory and research. Oxford ; New York: Oxford University Press.

Juslin, P. N., & Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music: the need to consider underlying mechanisms. The Behavioral and Brain Sciences, 31(5), 559‑575; discussion 575-621.

Kang, R., Nimmons, G. L., Drennan, W., Longnion, J., Ruffin, C., Nie, K., … Rubinstein, J. (2009). Development and validation of the University of Washington Clinical Assessment of Music Perception test. Ear and Hearing, 30(4), 411‑418.

Koelsch, S. (2010). Towards a neural basis of music-evoked emotions. Trends in Cognitive Sciences, 14(3), 131‑137.

Kohlberg, G. D., Mancuso, D. M., Chari, D. A., & Lalwani, A. K. (2015). Music Engineering as a Novel Strategy for Enhancing Music Enjoyment in the Cochlear Implant Recipient. Behavioural Neurology, 2015, 1‑7.

Kovelman, I., Wagley, N., Hay, J. S. F., Ugolini, M., Bowyer, S. M., Lajiness-O'Neill, R., & Brennan, J. (2015). Multimodal imaging of temporal processing in typical and atypical language development: Language-to-brain synchrony in children. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 7‑15.

La Rochefoucauld, F. de, & Lafond, J. (2009). Réflexions ou sentences et maximes morales (2. éd. revue et corr). Paris: Gallimard.

Lassaletta, L., Castro, A., Bastarrica, M., Pérez-Mora, R., Herrán, B., Sanz, L., … Gavilán, J. (2008). Changes in listening habits and quality of musical sound after cochlear implantation. Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 138(3), 363‑367.

Le Breton, D. (1998). Les passions ordinaires : anthropologie des émotions. Paris: A. Colin.

Limb, C. J., & Roy, A. T. (2014). Technological, biological, and acoustical constraints to music perception in cochlear implant users. Hearing Research, 308, 13‑26.

Looi, V., Gfeller, K., & Driscoll, V. (2012). Music Appreciation and Training for Cochlear Implant Recipients: A Review. Seminars in Hearing, 33(04), 307‑334.

Looi, V., McDermott, H., McKay, C., & Hickson, L. (2008). Music Perception of Cochlear Implant Users Compared with that of Hearing Aid Users: Ear and Hearing, 29(3), 421‑434.

Martin, J. R., & White, P. R. R. (2005). The language of evaluation: appraisal in English. New York: Palgrave Macmillan.

Migirov, L., Kronenberg, J., & Henkin, Y. (2009). Self-Reported Listening Habits and Enjoyment of Music among Adult Cochlear Implant Recipients. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 118(5), 350‑355.

Moussard, A., Rochette, F., & Bigand, E. (2012). La musique comme outil de stimulation cognitive. L'Année Psychologique, 112(03), 499‑542.

Nader-Grosbois, N., & Detraux, J.-J. (2015). La théorie de l'esprit : entre cognition, émotion et adaptation sociale. De Boeck.

Nardo, W. D., Cantore, I., Marchese, M. R., Cianfrone, F., Scorpecci, A., Giannantonio, S., & Paludetti, G. (2008). Electric to acoustic pitch matching: a possible way to improve individual cochlear implant fitting. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 265(11), 1321‑1328.

Nilsson, U. (2008). The Anxiety- and Pain-Reducing Effects of Music Interventions: A Systematic Review. AORN Journal, 87(4), 780‑807.

Nimmons, G. L., Kang, R. S., Drennan, W. R., Longnion, J., Ruffin, C., Worman, T., … Rubinstein, J. T. (2008). Clinical Assessment of Music Perception in Cochlear Implant Listeners: Otology & Neurotology, 29(2), 149‑155.

Nogueira, W., Nagathil, A., & Martin, R. (2019). Making Music More Accessible for Cochlear Implant Listeners: Recent Developments. IEEE Signal Processing Magazine, 36(1), 115‑127.

Osgood, C. E. (1962). Studies on the generality of affective meaning systems. American Psychologist, 17(1), 10‑28.

Paquette, S., Ahmed, G. D., Goffi-Gomez, M. V., Hoshino, A. C. H., Peretz, I., & Lehmann, A. (2018). Musical and vocal emotion perception for cochlear implants users. Hearing Research, 370, 272‑282.

Penninger, R. T., Limb, C. J., Vermeire, K., Leman, M., & Dhooge, I. (2013). Experimental assessment of polyphonic tones with cochlear implants. Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology, 34(7), 1267‑1271.

Peretz, I. (1998). Music and emotion: perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. Cognition, 68(2), 111‑141.

Perrone-Capano, C., Volpicelli, F., & di Porzio, U. (2017). Biological bases of human musicality. Reviews in the Neurosciences, 28(3), 235‑245.

Petersen, B., Mortensen, M. V., Gjedde, A., & Vuust, P. (2009). Reestablishing Speech Understanding through Musical Ear Training after Cochlear Implantation: A Study of the Potential Cortical Plasticity in the Brain. Annals of the New York Academy of Sciences, 1169(1), 437‑440.

Peterson, N., & Bergeson, T. R. (2015). Contribution of hearing aids to music perception by cochlear implant users. Cochlear Implants International, 16 Suppl 3, S71-78.

Pinto, S., & Sato, M. (2016). Traité de neurolinguistique : du cerveau au langage. (1re édition). De Boeck Supérieur.

Plant, G. (2015). Musical FAVORS: Reintroducing music to adult cochlear implant users. Cochlear Implants International, 16(sup3), S5‑S12.

Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. Development and Psychopathology, 17(03).

Prevoteau, C., Chen, S. Y., & Lalwani, A. K. (2018). Music enjoyment with cochlear implantation. Auris Nasus Larynx, 45(5), 895‑902.

Rosslau, K., Spreckelmeyer, K. N., Saalfeld, H., & Westhofen, M. (2012). Emotional and analytic music perception in cochlear implant users after optimizing the speech processor. Acta Oto-Laryngologica, 132(1), 64‑71.

Roustit, J., Lassere, M.-D., & Benhazma, E. (2004). Implantations Cochléaires. 217, 195.

Roy, A. T., Jiradejvong, P., Carver, C., & Limb, C. J. (2012). Assessment of sound quality perception in cochlear implant users during music listening. Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology, 33(3), 319‑327.

Roy, A. T., Vigeant, M., Munjal, T., Carver, C., Jiradejvong, P., & Limb, C. J. (2015). Reverberation negatively impacts musical sound quality for cochlear implant users. Cochlear Implants International, 16 Suppl 3, S105-113.

Schaefer, R. S., & Overy, K. (2015). Motor responses to a steady beat: Motor responses to a steady beat. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 40‑44.

Schellenberg, E. G. (2004). Music Lessons Enhance IQ. Psychological Science, 15(8), 511‑514.

Scherer, K. R. (2004). Which Emotions Can be Induced by Music? What Are the Underlying Mechanisms? And How Can We Measure Them? Journal of New Music Research, 33(3), 239‑251.

Scherer, K. R., & Zentner, M. R. (2001). Emotional effects of music : Production rules. Juslin, P.N. & Sloboda, J.A. (Ed.) (2001) Music and Emotion: Theory and Research. Oxford ; New York : Oxford University Press., 32.

Schön, D., & Tillmann, B. (2015). Short- and long-term rhythmic interventions: perspectives for language rehabilitation: Rhythmic interventions for language rehabilitation. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 32‑39.

Serrà, J., Özaslan, T. H., & Arcos, J. L. (2013). Note Onset Deviations as Musical Piece Signatures. PLoS ONE, 8(7), e69268.

Siron, J. (2006). Dictionnaire des mots de la musique : des traditions musicales et instruments du monde entier ; des différents domaines de la musique ; du son, de l'audio et de l'informatique musicale ; des termes utiles à la pratique quotidienne. Paris: Outre Mesure.

Stern, A. (2018). Tous enthousiastes ! Paris: Horay.

Surdité et déficience auditive. (s. d.). Consulté à l'adresse World Health Organization website: http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss

Szulmajster-Celnikier, A. (2007). L'expression de la peur à travers les langues. La linguistique, 43(1), 89.

Trainor, L. J., & Cirelli, L. (2015). Rhythm and interpersonal synchrony in early social development: Interpersonal synchrony and social development. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 45‑52.

Trehub, S. E., Trainor, L. J., & Unyk, A. M. (1993). Music and Speech Processing in the First Year of Life. In Advances in Child Development and Behavior (Vol. 24, p. 1‑35).

Vuilleumier, P., & Trost, W. (2015). Music and emotions: from enchantment to entrainment: Musical emotions and entrainment. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 212‑222.

What do cochlear implants sound like? Consulté à l'adresse https://www.auditoryneuroscience.com/prosthetics/music

Zatorre, R. J., & Salimpoor, V. N. (2013). From perception to pleasure: music and its neural substrates. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110 Suppl 2, 10430‑10437.

Zentner, M., Grandjean, D., & Scherer, K. R. (2008). Emotions evoked by the sound of music: Characterization, classification, and measurement. Emotion, 8(4), 494‑521.

Zheng, Y., Plomin, R., & von Stumm, S. (2016). Heritability of Intraindividual Mean and Variability of Positive and Negative Affect: Genetic Analysis of Daily Affect Ratings Over a Month. Psychological Science, 27(12), 1611‑1619.

Zurek, P. M., & Desloge, J. G. (2007). Hearing loss and prosthesis simulation in audiology: The Hearing Journal, 60(7), 32‑33.

Résumé :

L'émotion est étymologiquement liée au mouvement. Un mouvement du corps, qui traduit ou génère un état psychique, qu'il laisse alors s'exprimer. Ce mouvement, quelle que soit sa forme et son intensité, est alors porteur de sens, tant parce qu'il conduit un message destiné à ses interlocuteurs que parce qu'il est construit socialement et linguistiquement. L'émotion constitue une part de notre identité de la même façon qu'elle singularise notre rapport au monde, c'est ainsi que la musique tient une place particulière dans notre quotidien, en tant que source et véhicule notable d'émotions. La surdité affecte notre communication autant qu'elle réduit notre perception de la musique. La réhabilitation auditive est cependant plus cruciale que celle de la perception de la musique, qui reste techniquement difficile à améliorer concernant l'implant cochléaire. Pour autant, la demande des personnes malentendantes concernant la musique est indéniable et s'est accentuée avec les progrès technologiques. Ce mémoire a pour objectif de répertorier les outils d'évaluation de la perception musicale existant et d'en définir leurs limites. L'hypothèse est celle d'un manque d'outils évaluatifs dans le domaine musical en contexte de surdité. Suite à une revue systématique de la littérature, douze articles nous indiquent la consistance des données quant aux difficultés perceptives des participants implantés sur les dimensions spectrales et fréquentielles principalement. Les outils d'évaluation mis au point ou utilisés dans ces études se limitent cependant à l'exploration perceptive, délaissant celle du ressenti subjectif. Des outils cliniques évaluant la perception de la musique sur ses aspects acoustiques et émotionnels sont donc encore à élaborer.

Mots clés : SURDITE, MUSIQUE, EVALUATION, PERCEPTION MUSICALE, LANGAGE, EMOTION

Abstract:

Emotion is etymologically linked to motion – indeed, physical movement can be either the result or expression of one's psychological state. This movement, regardless of its shape or intensity, conveys emotion not only as a targeted message but also through its social and linguistic connotations. Much as music holds a special place in our everyday lives because of the way in which it creates and conveys emotion, so emotion itself is a part of our identity insofar as it defines our relationship to the world. Deafness impedes one's ability to perceive music as much as one's capability to communicate, and although rehabilitating the latter is more important, individuals with hearing disabilities nevertheless eagerly await progress on the former, especially with the advent of new technology. Currently, it remains difficult to restore musical perception through the use of a cochlear implant. The aim of this dissertation is to index the existing tools at our disposal for evaluating musical perception, as well as their limitations. We hypothesize a lack of appropriate assessment tools in this regard for those with hearing difficulties. A review of published scientific material indicates a convergence of the twelve studies about musical impairment, specifically in spectral and frequential aspects. In this study, our assessment methods deal solely with perception analysis, therefore excluding subjective feelings. Clinical tools for evaluating musical perception based on acoustic and emotional responses are thus yet to be designed.

Key words: DEAFNESS, MUSIC, ASSESSMENT, MUSIC PERCEPTION, LANGUAGE, SPEECH AND LANGUAGE THERAPY